

Heinze, G. Wolfgang; Kill, Heinrich H.

# Chancen und Grenzen der neuen Informations- und Kommunikationstechniken. Zur Übertragung verkehrsevolutorischer Erfahrungen auf die Telekommunikation

Chapter in book | Accepted manuscript (Postprint)

This version is available at <https://doi.org/10.14279/depositonce-7198>



Heinze, G. Wolfgang; Kill, Heinrich H. (1987): Chancen und Grenzen der neuen Informations- und Kommunikationstechniken. Zur Übertragung verkehrsevolutorischer Erfahrungen auf die Telekommunikation. In: Räumliche Wirkungen der Telematik. Akademie für Raumforschung und Landesplanung: Forschungs- und Sitzungsberichte der ARL ; Bd. 169. (pp. 21–72) Hannover : Vincentz

## Terms of Use

Copyright applies. A non-exclusive, non-transferable and limited right to use is granted. This document is intended solely for personal, non-commercial use.

**WISSEN IM ZENTRUM**  
**UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK**

Technische  
Universität  
Berlin

# **Chancen und Grenzen der neuen Informations- und Kommunikationstechniken. Zur Übertragung verkehrsevolutorischer Erfahrungen auf die Telekommunikation**

von

G. Wolfgang Heinze und Heinrich H. Kill, Berlin

## **Gliederung**

Vorbemerkungen

1. Systemtheoretische Vorüberlegungen
2. Der Einfluss der Systemvernetzung auf die Entwicklungsrichtung
3. Erfahrungen bisheriger Verkehrsinnovationen
  - 3.1. Zur Durchsetzung von Innovationen im Verkehr
  - 3.2. Bestimmungsfaktoren der Ausbreitung neuer Verkehrsmittel
  - 3.3. Welche Charakteristika sind bei der Durchsetzung neuer Verkehrssysteme zu erkennen?
4. Die Zukunft in der Perspektive verkehrsevolutorischer Erfahrungen
  - 4.1. Verkehrsentwicklung als Evolution eines energieverbrauchenden Systems
  - 4.2. Möglichkeiten der Vergangenheit
  - 4.3. Möglichkeiten für die Zukunft
5. Konsequenzen für die Raumplanung (oder: Wo stehen wir heute?)
6. Anhang: Der Verkehr in systemtheoretischer Sicht

Anmerkungen

Literaturverzeichnis

*„ ... weil“, so schließt er messerscharf,  
"nicht sein kann, was nicht sein darf."*

Morgenstern, Palmström

## **Vorbemerkungen**

Die folgenden Ausführungen beschäftigen sich mit dem Prozess der Einführung, Verbreitung und Verdrängung von verschiedenen Verkehrsmitteln in den beiden letzten Jahrhunderten. Ihr Ziel besteht in der Ausarbeitung allgemeiner Verhaltenstendenzen dieser Entwicklungsprozesse. Diese werden dann zur Abschätzung der (räumlichen) Auswirkungen der neuen Informations- und Kommunikationstechniken als neuestem Verkehrsmittel angeboten. Die Darstellung besteht aus 5 Teilen: der theoretischen Entwicklung unseres Systemverständnisses; der Übertragung dieses Systemverständnisses auf die Verkehrsentwicklung; der Erarbeitung von allgemeinen Verhaltenstendenzen in dieser Verkehrsentwicklung; einer in die Zukunft verlängerten Perspektive der bisherigen Entwicklung und - als Abschluss - der raumordnungspolitischen Einordnung der Ergebnisse. Die eingangs versuchte Systematik ist an dieser Stelle bewusst kompakt gehalten, um den freundlichen Leser nicht von der weiteren Lektüre der anschaulicheren Ausführungen abzuhalten. Für den besonders Interessierten ist diese gedrängte Darstellung durch einen vertiefenden Anhang systemtheoretisch-methodischer Grundlagen ergänzt worden.

## **1. Systemtheoretische Vorüberlegungen**

Wird unter einem "System" eine Anzahl miteinander verbundener Teile verstanden, lässt sich dieser Begriff "System" auf die verschiedensten Bereiche anwenden. Voraussetzung ist jedoch, dass Teile (Elemente) und Beziehungen zwischen ihnen nachzuweisen sind. Erst diese funktionelle Verbindung begründet ein System. Zum besseren Verständnis dient eine graphentheoretische Darstellung von Systemen. Die Elemente werden durch Kreise (Knoten) und die Beziehungen durch Verbindungslinien (Kanten) dargestellt (Übersicht 1).

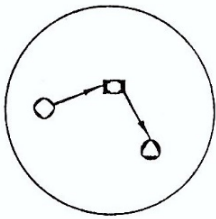
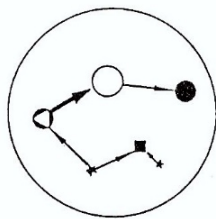
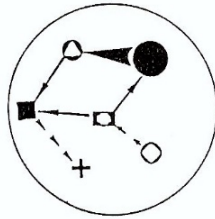
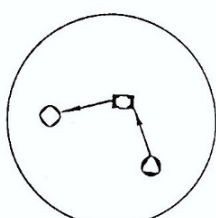
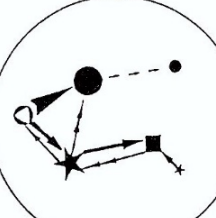
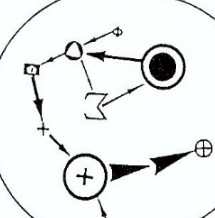
Eine solche Darstellung kann immer nur eine gefilterte Momentaufnahme des betrachteten Systems sein, weil die mit Hilfe der Systemtheorie beschriebenen Prozesse in der Wirklichkeit Änderungen unterworfen sind. Alle Systemdarstellungen sind daher vereinfachte Abbildungen dieser Wirklichkeit. Der Grad dieser Vereinfachungen richtet sich nach der Wahrscheinlichkeit, mit der Änderungen der Systemstruktur erwartet werden. Die Komplexität der Systemmodelle wächst mit der Anzahl und Intensität der Beziehungen zwischen dem untersuchten Teilprozess und dem Gesamtsystem, d.h. mit der Systemvernetzung. Deshalb werden von uns drei Betrachtungsebenen unterschieden.

Die erste Betrachtungsebene beschreibt einzelne Vorgänge, die im Untersuchungszeitraum keinen Änderungen unterliegen bzw. sie vereinfacht die wirklichen Vorgänge so stark, dass sie als unveränderlich und unbeeinflusst angenommen werden. Aus diesem Grunde können diese Prozesse mit Hilfe von linearen Gleichungen beschrieben werden.

Eine größere Allgemeingültigkeit erlangen Systembeschreibungen auf der zweiten Betrachtungsebene. Hier werden auch Änderungen in den wirklich ablaufenden Prozessen und der Einfluss der Systemumgebung erfasst und in die Systembeschreibung eingebaut. Modelltheoretisch wird dies durch mathematische Erweiterungen (Randbedingungen, Nichtlinearität, partielle Differentialgleichungen, Wahrscheinlichkeitsrechnungen,

Simulationsmodelle) erreicht. Dadurch kann sowohl die Vergangenheit (d.h. die

### Übersicht 1: Definition systemtheoretischer Begriffe

Kriterien	1. Betrachtungs- ebene (lineare Beziehungen)	2. Betrachtungs- ebene (nichtlineare Beziehungen)	3. Betrachtungs- ebene (spontan wechselnde Beziehungen)
Systemart	abgeschlossen statisch	geschlossen dynamisch	offen dynamisch (selbstorganisierend)
Struktur $t_1$			
Struktur $t_2$			
Veränderungs- möglichkeit	gar nicht	kaum	spontan unbestimmt
Stabilität der Struktur	unendlich hoch	langfristig	kurz- bis sehr langfristig
Beschreibbarkeit	einfach	komplex	äußerst komplex
Bestimmtheit	determiniert	probabilistisch	indeterminiert
Beispiel	Anordnung von Fahrstraßen	Rangierbahnhof	Güterverkehr

Unter einem **System** wird eine Anordnung von **Elementen** verstanden.  
Diese **müssen** untereinander in **Beziehung** stehen  
und zusammen eine **Funktion** erfüllen.

Das **Anordnungsmuster** der Elemente, das durch  
die Beziehungen gebildet wird, ist die **Struktur**  
eines Systems.

□ ◇ ★ ● ... = Systemelemente  
▶ ▶ ▶ ... = Beziehungen

bisherige Entwicklung) der zu beschreibenden Prozesse berücksichtigt werden als auch die in der Wirklichkeit gegebene Struktur (d.h. das durch die einzelnen Subsysteme und deren Beziehungen gebildete Muster). Diese Grundstruktur bleibt allerdings in solchen Modellen konstant.

In der Realität steht jedoch die Einführung neuer Verkehrstechniken in engstem Zusammenhang mit kurzfristigen Änderungen der Systemstruktur (sogenannten Strukturbrüchen). Sollen aber solche sich abrupt verändernden Prozesse mit einem Systemmodell beschrieben werden, so ist die dritte Betrachtungsebene zu wählen. Hier wird die Selbstorganisation gesellschaftlicher Systeme, d.h. die wechselseitige Beeinflussung von allgemeiner Entwicklung und einzelnen Prozessen, auch im Modell erfasst. Eine solche umfassende Modelldarstellung ist jedoch auf eine verbale Beschreibung beschränkt, da eine geschlossene mathematische Abbildung der sich (stark) verändernden Wirklichkeit noch kaum möglich ist.

Um den Leser vor allem auf die Ergebnisse unserer Arbeit hinzuweisen, wurden weitergehende systemtheoretische Überlegungen in den Anhang verwiesen.

## **2. Der Einfluss der Systemvernetzung auf die Entwicklungsrichtung**

"Wer über die Zukunft sprechen soll, muss ehrlicherweise einräumen, dass er darüber nichts weiß. Alles, was wir über sie zu wissen behaupten, leiten wir ab aus dem, was wir über die Vergangenheit und allenfalls über die Gegenwart wissen, und aus unseren Vermutungen über das Fortbestehen von Sachverhalten und Kausalzusammenhängen, die wir aus der Beschäftigung mit dem bisherigen Geschehen zu kennen meinen" (Albers 1983).

Diese nüchterne Aussage zur Prognoserealität weist auf die Quellen möglichen "Zukunftswissens" und auf Gründe von Fehlern hin. Unzutreffende Aussagen zur künftigen Entwicklung und deren Auswirkungen können - wie eingangs gezeigt - drei unterschiedlichen Betrachtungsebenen vernetzter Einflussfaktoren zugerechnet werden.

Auf der ersten (und einfachsten) Betrachtungsebene wird von einer Konstanz der Faktoren ausgegangen, die das Gesamtsystem und damit die weitere Entwicklung beeinflussen. Dabei wird der erreichte Stand der Technik oft als absolute Grenze aufgefasst. Dieses Gefangensein im bestehenden System zeigt sich in Ausführungen des Statistikers Engel über "Die Grenzen des Erfindungsgeistes im Transportwesen" (1864) besonders deutlich. Darin wagt er sich an eine Langfristprognose. Der damalige französische Finanzminister hatte ausgeführt, dass in hundert Jahren, wenn die französischen Privatbahnen an den Staat gefallen seien, ihr Vermögen von 4 Milliarden Franc ausreichen dürfte, um die französische Staatsschuld auszugleichen. Sein Vorgänger Magne hat daraufhin festgestellt, dass man doch noch gar nicht sagen könne, ob nicht vielleicht die Eisenbahnen bis dahin durch ein neues Straßen-Verkehrsmittel entwertet seien. Engel stellte dazu aus der Sicht des Wissenschaftlers fest: "Wenn die Chausseen an die Stelle der Eisenbahnen treten sollen, müssen sie eben Eisenbahnen werden." Danach führt er aus, dass nicht nur die technische Analyse Magnes' Befürchtungen widerspräche, sondern auch eine wissenschaftliche Betrachtung der Naturkräfte zeige, dass keine Kraft geeignet sei, die Dampfeisenbahn abzulösen.

Die gleiche Beschränktheit auf den eigenen vertrauten Bereich findet sich bei vielen Nachfrage- und Bestandsprognosen. Oft gehen noch Wunschvorstellungen in die prognostizierte Entwicklung - unbewusst oder bewusst - ein (denn die Wahrnehmung des

Fremden orientiert sich an den eigenen Interessen und Wunschvorstellungen). So weisen Bedarfsprognosen bei der Einführung neuer Verkehrsmittel, wie auch bei Ausbauten und Umbauten bestehender Systeme, oft gerade die Werte aus, die zur Erzielung von Wirtschaftlichkeit benötigt werden.

Hier bietet sich eine Parallele zu der Btx-Planung der DBP an. Vor 5 Jahren wurden für 1985 450.000 Teilnehmer prognostiziert. Zur Zeit aber existieren nur etwa 45.000 Benutzer. Da das System jedoch erst bei einer großen Beteiligung seine volle Leistungsfähigkeit entfalten kann, bestehen die neueren Prognosen in einer Verschiebung der Werte auf der Zeitachse. Konkret: die eigentlich für 1986 vorhergesagte Teilnehmerzahl von einer Million wird nun offiziell erst im Zeitraum 1988-1990 erwartet. (VDI-Nachrichten, Jg. 39 (1985), No. 22, S. 2; Wirtschaftswoche, Jg. 39 (1985), No. 49, S. 149).

Eine explizite Einbeziehung von Randbedingungen und Zielvorstellungen aber leitet schon zur 2. Betrachtungsebene über.

Die meisten im Verkehrsbereich benutzten Prognosemodelle weisen diese Betrachtungsebene der Systemvernetzung auf. Erwartete Raumüberwindungsprozesse werden in ihnen beschrieben, indem sie von einem bestimmten Siedlungssystem (wie z.B. von westlichen Großstädten mit räumlicher Funktionstrennung) mit festgelegter Technologie (wie motorisiertem Individualverkehr oder traditionellem Öffentlichen Verkehr), festgelegten Verhaltensweisen (Zeitorganisation) und vorgegebener Verkehrsteilnahme (Verkehrsmittelwahl) ausgehen. Als Beispiele lassen sich hier Modelle auf der Grundlage des Systems Dynamics-Ansatzes ebenso nennen wie die sozio-demographischen Modellansätze.

Die konkrete Systemstruktur, d.h. die Bestimmungsfaktoren der Nachfrage, die Werthaltungen, die normativen Aussagen und auch die Transportsysteme selbst, wird als Anfangsbedingungen des Systems festgelegt. Innerhalb dieser Systemstruktur ist diese Betrachtungsweise zwar für allmähliche Wandlungen sensibel, d.h. für Änderungen in den Beziehungen der Systemelemente untereinander. Nicht sensibel aber ist diese Perspektive für Strukturbrüche und Neuerungen, d.h. für umwälzende Veränderungen durch das Auftreten neuer Elemente und neuer Beziehungen. Vielmehr besteht in solchen Fällen stets die Gefahr, dass langfristige Wirkungsabschätzungen völlig an der Wirklichkeit Vorbeigehen.

Verstärkt wird diese Möglichkeit von Fehlprognosen, wenn sich mehrere unerwartete Entwicklungen in ihren Auswirkungen addieren. Besonders krasse Beispiele hält hierfür der Energie(preis)sektor parat.

Die Einbeziehung dieser plötzlichen Änderungen führt zur 3. Ebene der Systembetrachtung:

Systeme dieser Betrachtungsebene können ihre Strukturen ändern. Diese Änderungen erfolgen meist in Schüben. Eine Extrapolation aus bekannten Trends heraus genügt nicht mehr. Es setzen sich vielmehr Prozesse durch, die sich von ihren Vorgängern grundsätzlich unterscheiden. Hier ist z.B. an das Entstehen des geringwertigen Massengüterverkehrs nach Einführung der Eisenbahn oder an die Zersiedlung der Fläche im Zeitalter des motorisierten Individualverkehrs zu denken. Ebenso gehören hierher neue soziale Kontakte durch das Telefon über - nach bisherigen Maßstäben - riesige Entfernungen, aber auch die fernmündliche Pflege sozialer Kontakte bei räumlicher Isolierung in Vorstädten (via Plaudereien beim Kochen). Der Massenflugtourismus bildet ein weiteres Beispiel für solche völlig neuen Erscheinungsformen.

Für die zwingende Wahl dieser Beschreibungsebene ist entscheidend, dass diese neuen Prozesse in der Ursprungsstruktur nicht möglich gewesen wären. Mit anderen Worten: eine Kausalkette ist in die Zukunft nicht mehr fortführbar. So lassen sich die Auswirkungen einer neuen, noch kaum verbreiteten Technologie (wie nun der Telematik) nicht aus ihren momentanen Wirkungen erklären. Denn: Die Anstöße, die von der neuen Technologie ausgehen, sind im Vergleich zu den Zwängen der etablierten Faktoren so gering, dass sie bestenfalls Störgrößen bilden (betrachten wir dazu als Beispiel den heutigen Anteil der Teleheimarbeit an den Schwankungen der traditionellen Berufspendlerzahlen). Und doch ging in der Vergangenheit von ähnlichen kleinen "Störgrößen" eine Änderung der Wirtschafts- und Siedlungsstruktur aus! So war in einer Gliederung des Leipziger Berufsverkehrs im Jahre 1938 (Blum 1941) der Pkw als Verkehrsmittel noch nicht enthalten. Heute nun wird eine solche umwälzende Änderung der Wirtschafts- und Sozialstruktur von der Telekommunikation erwartet (oder befürchtet)!

Da die Evolution eines sich selbst organisierenden Systems nach oben offen ist, sind die Ereignisse auf dieser 3. Betrachtungsebene nicht prognosefähig, was hier "lediglich" möglich ist, sind zeitliche und bewertende Verknüpfungen. Dies lässt alternative Zukünfte entstehen: hier fiktiv und durch Erfahrungen mit Wahrscheinlichkeiten versehen und später real durch das System, wobei in der konkreten Situation kleinste Parameterunterschiede den Ausschlag über den endgültigen Kurs geben können (und dabei kommt beispielsweise die Persönlichkeit möglicher "Führer" zum Zuge).

Aus diesem Grunde ist es für das zukünftige Systemverhalten aufschlussreicher, das Verhalten von Journalisten und Wissenschaftlern als ersten Benutzern der Telekommunikation zu analysieren, als allgemeine Betrachtungen anzustellen. Die evolutorische Analyse setzt eben die Schwerpunkte nicht auf vorhandene allgemeine Trends, sondern geht auf die Suche nach Instabilitäten. Diese werden am ehesten in der Systemumgebung (als sog. Restriktionen) oder in den Werthaltungen vor allem der "Trendsetter" sichtbar. Für die Verbreitung von Systemänderungen ist die langfristige Einstellung der Bevölkerung, gleichsam als Resonanzboden, entscheidend, und es spielt keine Rolle, ob diese Meinung nun woanders oder später oder früher als vernünftig oder unvernünftig angesehen wird.

In verschiedenen Technologiefolgeabschätzungen werden derartige Restriktionen, die im abzuschätzenden System oder in dessen Umgebung erwartet werden, schon lange berücksichtigt (König 1984, Jochem 1984). Bei solchen Versuchen, Entwicklungsmöglichkeiten abzuschätzen, betrachtet man deshalb nicht die Entwicklungsmöglichkeiten eingesetzter Technologie, sondern versucht, die zeitliche Entwicklung der zu prognostizierenden Variablen in einem übergeordneten Zusammenhang zu sehen. Das bekannteste Beispiel dieser Methode stellt die Hüllkurve für die Geschwindigkeit von Transportmitteln dar (Übersicht 2).

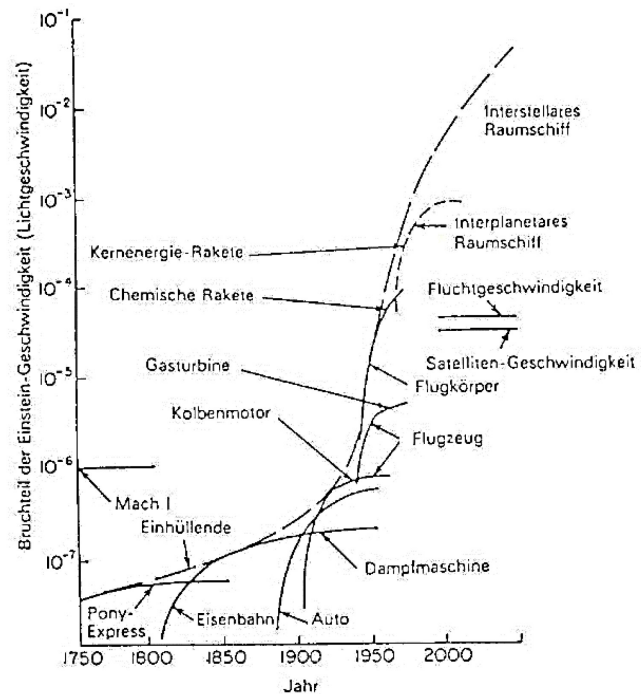
Betrachtet man die Geschwindigkeitsentwicklung einzelner Verkehrsmittel, so liegt einerseits die Versuchung nahe, eine Abschätzung der möglichen Höchstgeschwindigkeit zu stark an den Entwicklungsspielräumen gegenwärtiger Techniken auszurichten und damit an niedrigen möglichen Werten. Andererseits birgt die unüberlegte Anwendung solcher Hüllkurven aber auch die Gefahr, natürliche oder systembedingte Elementargrenzen zu übersehen. Wählt man z.B. für die Hüllkurve der Höchstgeschwindigkeiten als Maßstab die absolute Geschwindigkeit, sieht man diese Gefahr unmittelbar. Denn eine solche Kurve würde in der nächsten Zukunft die Lichtgeschwindigkeit durchstoßen (Übersicht 3).



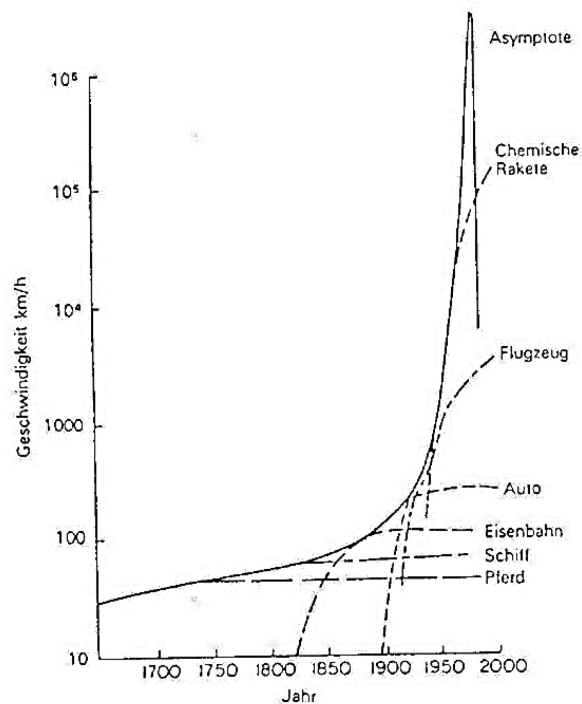
Übersichten 2 und 3:

Trendkurven für Geschwindigkeiten

(Der Wiederabdruck erfolgt mit freundlicher Genehmigung des Hanser Verlags, München 2018)



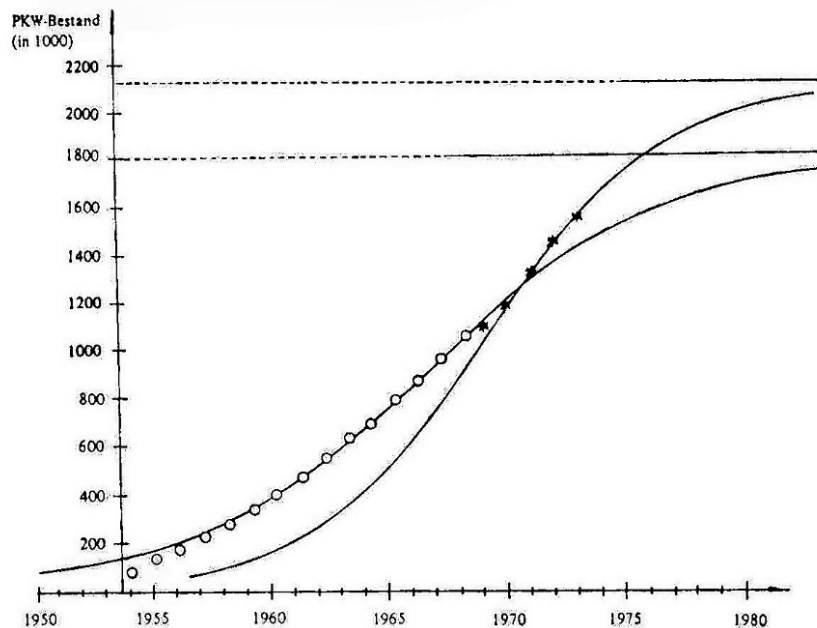
Quelle: Samaras, D. G., USAF, entnommen aus: Ayres 1971, S. 30.



Quelle: Stine, G. H.: Science Fiction, Science Fact, 1961, entnommen aus: Ayres 1971, S. 30.

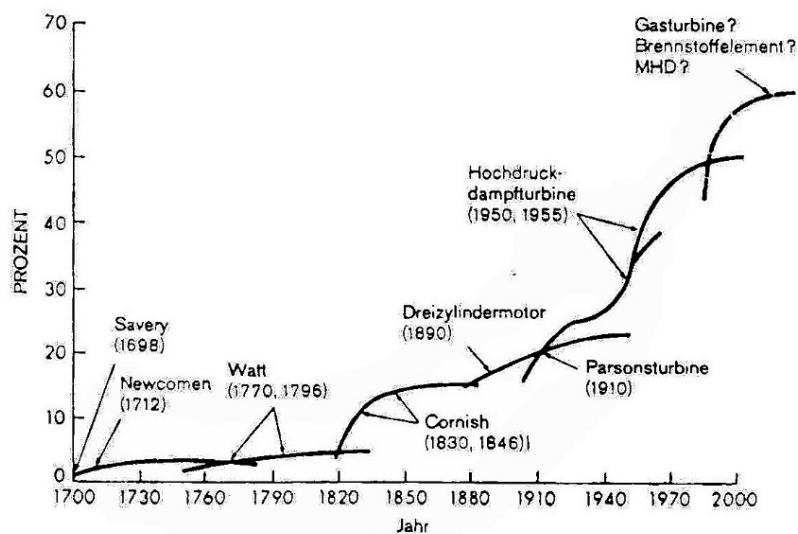


Übersicht 4: Extrapolation des Pkw-Bestandes 1959-1968 und 1970-1973 durch eine logistische Funktion  
(Der Wiederabdruck erfolgt mit freundlicher Genehmigung von G. Bruckmann, Wien 2018)



Quelle: Bruckmann 1978, S. 65.

Übersicht 5: Leistungskraft von Energieumwandlungssystemen mit Außenverbrennung  
(Der Wiederabdruck erfolgt mit freundlicher Genehmigung der Paul & Peter Fritz AG, Literary Agency, Zürich 2018)



Quelle: Thirring: Energy for Man, Bloomington/Ind. 1958, entnommen aus: Bell 1975, S. 210.

Aus diesem Grund muss jede Entwicklungsfolge, die als Trendkurve die Entwicklung eines Elements bzw. eines Subsystems innerhalb eines relevanten Systems beschreibt, einen oberen langfristigen Grenzwert ausweisen, den sie nicht überschreiten kann.

Dies führt zur Konstruktion von logistischen Kurven. In der Tat geben sie die meisten Entwicklungsprozesse tendenziell richtig wieder. Für die Bestimmung einer solchen Kurve aber ist die Kenntnis des oberen Grenzwertes (als Sättigungspunkt) von entscheidender Bedeutung. Erst dieser zeigt den noch verbleibenden Expansionsraum (Übersicht 4 und 5). Um diesen zu nutzen, ergibt sich bei naturgesetzlich unterstellter Fortschrittsdynamik dann die Notwendigkeit (Zwangsläufigkeit) von Erfindungen neuer Techniken oder von Weiterentwicklungen. Die Übertragung dieser zu erwartenden Entwicklungen auf das Gesamtsystem bietet dann die Möglichkeit, Engpasssituationen rechtzeitig abzuschätzen.

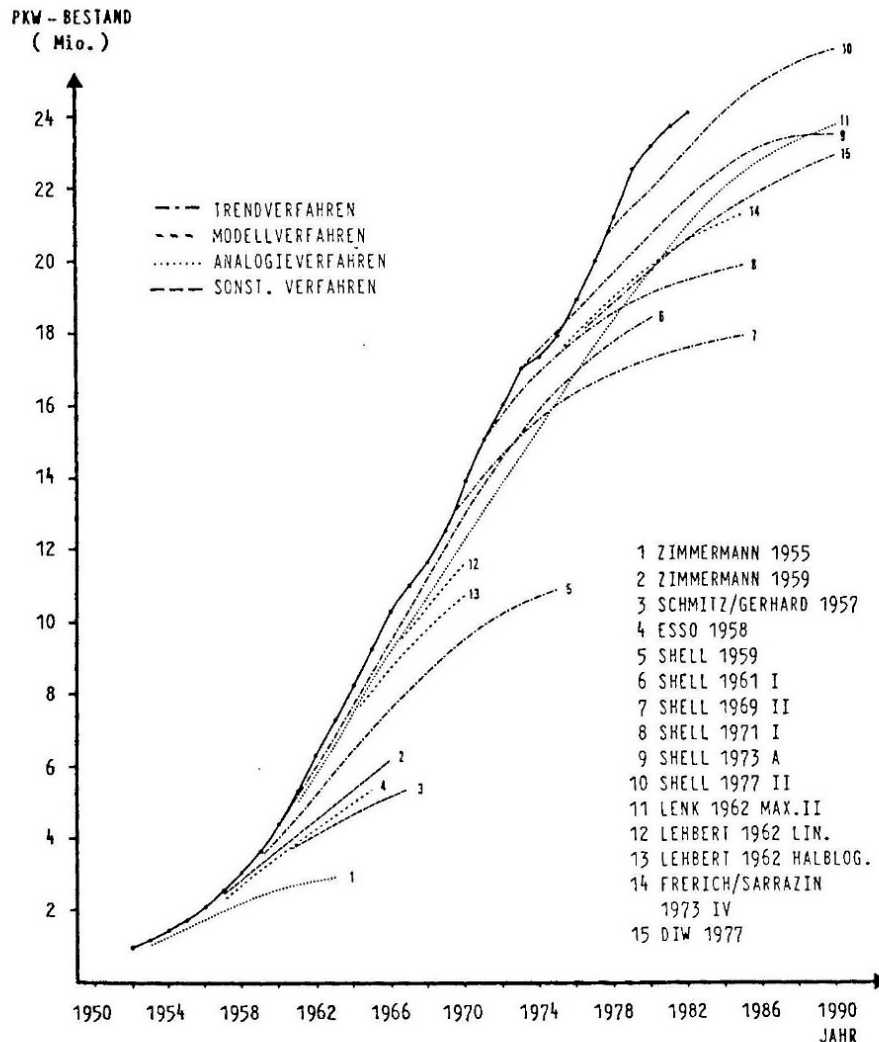
Die Bestimmung oberer Grenzwerte kann relativ problemlos sein, wenn sie durch die Natur selbst vorgegeben sind, dies bekannt ist oder wenn sie institutionell bestimmt werden. So bildet die Lichtgeschwindigkeit die oberste Grenze für die allgemeine Geschwindigkeitsentwicklung. Die Geschwindigkeit einzelner Verkehrsmittel aber stößt schon vorher an Grenzen, die nicht überschreitbar erscheinen <sup>1</sup>. So kann ein als Verdränger konzipiertes Schiff eine bestimmte (durch Größe und Form des Unterwasserschiffes vorgegebene) relativ niedrige Geschwindigkeit nicht überschreiten. Für ein Propellerflugzeug wiederum bildet ein Wert unterhalb der Schallgeschwindigkeit, schon aus wirtschaftlichen Überlegungen, eine unüberwindliche Grenze. Institutionelle Grenzen hingegen ergeben sich systemimmanent aus Ordnungsprinzipien sozialer Strukturen. Beispiele hierfür lassen sich vor allem bei Substitutionsprozessen finden. Hier ließe sich der Anteil von Reisen an der Gesamtzahl persönlicher wissenschaftlicher Geschäftskontakte nach Verbreitung der Tele-Konferenzen oder der Anteil von ÖPNV-Fahrten im Berufsverkehr heutiger dünnbesiedelter ländlicher Räume nennen. Solche Anteilswerte können 100 % betragen, aber auch niedriger liegen, wenn der alten Technologie als Nische noch ein bestimmtes Anwendungsgebiet verbleibt.

Grenzen für die Anwendung logistischer Kurven aber werden gerade im Verkehrsbereich deutlich. Weder existieren hier stets Höchstwerte, noch verlaufen Substitutionsprozesse innerhalb unveränderlicher Werte. So ließ sich die Entwicklung des Eisenbahnnetzes, solange es um den Substitutionsprozess älterer Verkehrsmittel ging, gut durch eine logistische Kurve darstellen. Mit dem Auftreten von Konkurrenzverkehrsmitteln, wie Auto und Flugzeug, verloren aber die ursprünglichen Parameter einer solchen logistischen Kurve ihre Gültigkeit. Ja, es kam sogar zu einer Verringerung des Netzes. In jüngster Zeit wiederum ist eine Renaissance des Schienenverkehrs im Fernverkehr und in den Ballungsgebieten zu beobachten, die vor allem auf erreichte (relative) Funktionsgrenzen der Einsatzfähigkeit des Autos als Massenverkehrsmittel zurückzuführen ist.

Die skizzierte Entwicklung des Eisenbahnnetzes weist also 3 unterschiedliche Entwicklungsphasen auf. Deshalb kann sie auch nur durch 3 unterschiedliche logistische Kurven beschrieben werden. Diese sollten dann zweckmäßigerweise auch mit unterschiedlichen Bezugsgrößen arbeiten, wie z.B. mit Leistungsgrößen (Pkm) anstelle von Netzlängen (km) (Bruckmann 1978).

Wie schwierig die Verwendung logistischer Kurven und damit die Bestimmung eines oberen Grenzwertes (Sättigungswertes) selbst innerhalb einer einzigen Entwicklungsphase ist, wird an den Pkw-Bestandsprognosen der letzten Jahre besonders deutlich (Übersicht 6 und 7).

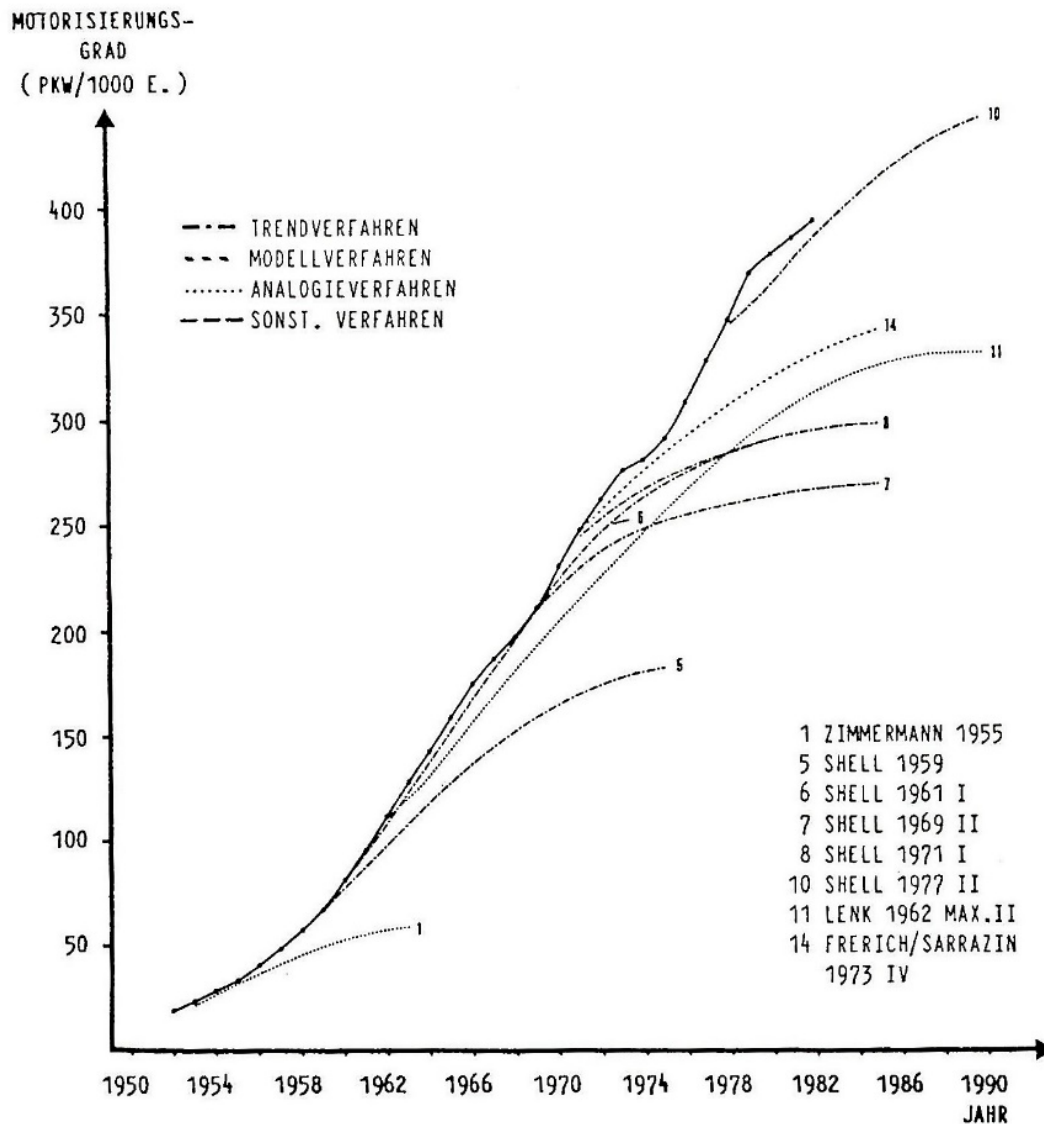
Übersicht 6: Prognose und Realisation des Pkw-Bestandes in der Bundesrepublik Deutschland  
 (Der Wiederabdruck erfolgt mit freundlicher Genehmigung von Ulrich Schühle, Berlin 2018 )



Dargestellt als Pkw-Bestand (einschl. Kombi) für das Bundesgebiet (einschl. Berlin (West)), Stichtag 1. Juli, gemäß Übersicht 162, Spalte 1. Wie dargestellt, sind einige Prognosen zeitlich/räumlich unterschiedlich abgegrenzt, so daß deren Vergleichbarkeit mit der Bestandsentwicklung in dieser Grafik geringfügig eingeschränkt ist.

Quelle: Schühle 1986, S. 415.

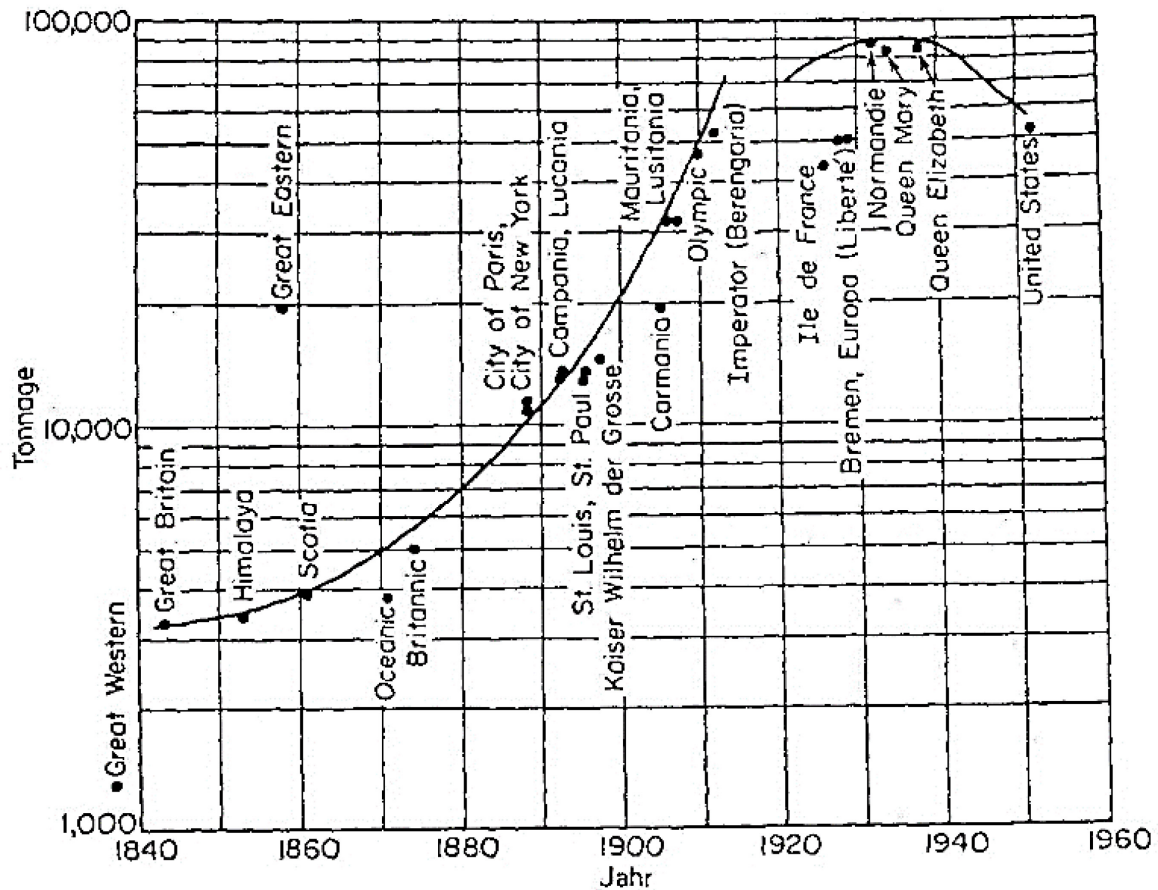
Übersicht 7: Prognose und Realisation des Motorisierungsgrades in der Bundesrepublik Deutschland  
 (Der Wiederabdruck erfolgt mit freundlicher Genehmigung von Ulrich Schühle, Berlin 2018 )



Quelle: Schühle 1986, S. 416.

Beim Auftreten plötzlicher Strukturbrüche versagen deshalb logistische Kurven völlig. Ein anschauliches Beispiel hierfür bilden die einfachen Räuber-Beute-Systeme. Die Dezimierung der Beutepopulation lässt die Population der Räuber plötzlich zusammenbrechen (Dörner 1985). Im Personenverkehr ist hier die Entwicklung der Transatlantikscheffahrt nach Einführung strahlgetriebener Langstreckenflugzeuge zu nennen (Übersicht 8). Der kaum bestrittene Einfluss des Flugverkehrs auf die Entwicklung der Passagierscheffahrt macht deutlich, dass die Entwicklung eines Verkehrsmittels sinnvollerweise nur im Rahmen der allgemeinen (Verkehrs-)Entwicklung betrachtet werden sollte.

Übersicht 8: Tonnage-Entwicklung von Übersee-Passagierschiffen  
 (Der Wiederabdruck erfolgt mit freundlicher Genehmigung  
 des Hanser Verlags, München 2018 )



Quelle: Ayres 1971, S. 34.

### 3. Erfahrungen bisheriger Verkehrsinnovationen

#### 3.1 Zur Durchsetzung von Innovationen im Verkehr

Werden Schlüsse auf die Zukunft von Verkehrsmitteln versucht, liegen zwei Argumentationsrichtungen nahe:

Die erste Richtung geht davon aus, dass das Zeitalter des überkommenen Verkehrsmittels vorüber sei und das neue Verkehrsmittel an die Stelle des alten trete. Verschiedene Autoren gehen sogar so weit zu sagen, dass neu aufstrebende Volkswirtschaften solche anderenorts bereits überkommenen Verkehrsmittel überspringen und mit dem modernen Verkehrsmittel beginnen könnten. Die Folge bestünde in günstigeren Benutzerkosten. Etablierten Volkswirtschaften bliebe dann nur übrig, auf Dauer mit den höheren Kosten der alten Technologie zu leben (und an Wettbewerbsfähigkeit zu verlieren) oder die alte Technik abzuschreiben und voll auf die neue Technik zu setzen.

Die zweite Richtung besagt demgegenüber, dass die neuen Technologien nicht vollständig an die Stelle der alten, sondern neben sie träten und sie ergänzten. Zwar würden

die alten Verkehrsmittel an einigen Stellen verdrängt (wie die Postkutsche), tendenziell aber blieben sie, wenn auch in geänderter Form, bestehen. Nach anfänglichen Reibungsverlusten würde die Entwicklung bei allen Verkehrsmitteln weitergehen. Am Ende stünde ein besserer Zustand, da alle Verkehrsmittel zusammen ein vollkommeneres Netz bildeten (und nicht die charakteristischen Schwächen eines Verkehrsmittels das Gesamtsystem dominierten). Dabei werde jedes Verkehrsmittel denjenigen Verkehr bewältigen, der seiner Leistungscharakteristik (Qualitätsstruktur) am besten entspreche.

Wirkungsabschätzungen neuer Verkehrstechniken laufen häufig Gefahr, bei der Analyse von Entwicklungstrends einzelner Verkehrsmittel von der gegenwärtigen Situation auszugehen. Dieser grundlegende Fehler begünstigt das Vermischen konjunktureller Einflüsse mit strukturellen. Dadurch können bleibende Änderungen kaum von zyklischen Schwankungen unterschieden werden. Auch beschränkt eine solche Betrachtung die vielschichtigen Möglichkeiten zukünftiger Entwicklungen (eines Verkehrsmittels) auf die sehr enge Sicht von Konkurrenzbeziehungen zwischen einzelnen existierenden Verkehrsmitteln in ihrer heutigen Gestalt.

Einen Ausweg bietet die Biographie eines Verkehrsmittels, wenn sie in die allgemeine langfristige (Verkehrs-)Entwicklung eingebettet wird. Aus einer solchen Analyse können dann auch Anhaltspunkte für eine künftige Entwicklung des allgemeinen Verkehrs und spezieller Verkehrsmittel gewonnen werden.

### **3.2 Bestimmungsfaktoren der Ausbreitung neuer Verkehrsmittel**

Auf die "ungeplante" Durchsetzung einzelner Verkehrsmittel in der allgemeinen Entwicklung wurde schon 1930 von Ernst Reuter am Beispiel des Großstadtverkehrs hingewiesen:

"In Deutschland wie in fast allen europäischen Ländern folgen die modernen Verkehrsverbindungen, auch die großstädtischen, alten längst vorhandenen Straßen- und Verkehrszügen; sie eilen nicht einer kommenden Entwicklung voraus, die sie gestaltend beeinflussen wollen, sondern schließen sich einer vorangegangenen städtischen Entwicklung an, suchen ihr zu dienen und bestimmte, immer stärker auftauchende Verkehrsbedürfnisse zu befriedigen. ... Auch die großstädtischen Verkehrsmittel wachsen zunächst planlos aus den Bedürfnissen heraus, sie werden überwiegend in der ersten Periode der Entwicklung durch private Unternehmerinitiative ins Leben gerufen und zur Entwicklung gebracht."

Allgemein kann gesagt werden, dass es in den jeweiligen Anfangsjahren für keine neuere Verkehrsinnovation ein allgemeines oder "nationales" Interesse gegeben hat. Im Falle der Eisenbahn bestanden zu Anfang des 19. Jahrhunderts lediglich Lokalinteressen des Bürgertums in den verschiedenen Städten, und dieses Bürgertum war noch in Gruppeninteressen zersplittert. In Mitteleuropa besaß das ökonomisch-fortschrittliche Bürgertum dieser Zeit zudem kaum politische Macht. Diese lag entweder in den Händen des reaktionären Landadels oder - in den Städten - weit stärker bei den traditionellen, handwerklich orientierten Ständen.

Die meisten Argumente gegen die Eisenbahn (und die kostspielige Einführung neuer Verkehrswege im Allgemeinen) beruhten daher auf den Bewahrungsinteressen der etablierten Gruppen. Die ersten Schriften über die Vorteile der Eisenbahn betonten deshalb insbesondere Möglichkeiten zur Ausweitung der landwirtschaftlichen Produktion und des

Reiseverkehrs (Bäderreisen). In der Diskussion um den Aufbau eines Telefonnetzes betonte z.B. die britische Post, dass (im Gegensatz zum Telegraphiedienst) keine Verbindung eine zusätzliche Kostenbelastung hervorrufen dürfe.

Als ökonomische Argumente wurden gegen die Einführung neuer Verkehrswege vor allem angeführt:

- Bei der ohnehin hohen Verschuldung der Länder (Städte und Kleinstaaten) sei es nicht ratsam, dem Land durch die Vergabe von Bauprojekten an "ausländische" Firmen, die allein über die erforderlichen Techniken und Erfahrungen verfügten, weiteres Kapital zu entziehen. Dies könnte viel sinnvoller in die heimische Wirtschaft investiert werden.
- Das vor Ort vorhandene Baumaterial eigne sich nicht zum Verkehrswegebau oder sei in zu geringen Mengen vorhanden.
- Die geplanten (Eisenbahn-) Strecken würden nur eine geringe Frequenz haben, so dass ein sehr hoher Benutzungstarif oder eine höhere Steuerbelastung erforderlich würde.

Um die Wende zum 19. Jahrhundert waren die Verkehrswege (Straßen und Kanäle) in Europa tatsächlich in einem sehr schlechten Zustand und wurden den Anforderungen des sich entwickelnden Gesamtsystems nicht mehr gerecht. Ein Bedarf für ein völlig neues Verkehrsmittel jedoch war in dieser Situation nicht erkennbar. Die Verbesserung der traditionellen Verkehrswege und -mittel allein schien den Anforderungen der Zeit vollauf zu genügen. Es gibt eine Vielzahl von Stimmen, die schon über eine solche Möglichkeit begeistert waren und vorgeschlagene neue Verkehrsmittel als unnötig ablehnten.

Für die Situation vor und nach der Einführung erfolgreicher neuer Verkehrsmittel scheint charakteristisch zu sein, dass sich völlig neue Verkehrsnachfrage bildet: neue Güter, sowohl ihrer Art nach als auch hinsichtlich ihrer räumlichen Orientierung (wie z.B. der Flugtourismus oder die dauerhafte soziale Kommunikation über große Entfernungen oder der Berufspendeln).

Dieses Auftreten neuer Verkehre aber kann weder aus der alten (traditionellen) Situation allein noch aus den technischen Möglichkeiten der neuen Verkehrsmittel abgeschätzt werden.

Bekannte Beispiele für "Denken" in gewohnten Strukturen sind:

- "Alles soll Carriere gehen; die Ruhe und Gemütlichkeit leiden aber darunter. Kann mir keine große Seligkeit davon versprechen, ein paar Stunden früher von Berlin in Potsdam zu sein. Zeit wirds lehren." (König Wilhelm III. 1837, zitiert nach M. Riedel 1961, S. 122)
- "When Emerson (ein amerikanischer Philosoph) was told that the installation of the Trans-Atlantic Cable would in the future permit someone in London to speak to someone in New York, he is said to have remarked, 'But will he have anything to say?' (A. Briggs, S. 50. In: Pool, Ithiel de Sola, The Social Impact of the Telephone, 1981)

Aussagen zu neuen Verkehrsmitteln konzentrieren sich meist auf das neue Verkehrsmittel selbst, und Wirkungsaussagen projizieren wiederum nur von dem neuen Verkehrsmittel auf die bekannte Umgebung.



Was notwendig ist und doch meist unterbleibt, ist die Gegenüberstellung der jeweils jüngsten allgemeinen Entwicklung mit den Möglichkeiten der neuen Verkehrsmittel. So konnte man nicht aus den bestehenden Verkehrsströmen die zunehmende Nachfrage und damit die positive Entwicklung des neuen Verkehrsmittels Eisenbahn vorhersagen, sondern bestenfalls aus dem Entstehen neuer rohstoffintensiver Industrien. Denn dies war ein Verkehrsmittel, welches sich zum Transport von Kohle und/oder Erz eignet, was in der alten Struktur gar nicht benötigt worden wäre (obwohl die erste deutsche Eisenbahnlinie für den Personenverkehr gebaut worden war). So wurden die Eisenbahntarife für Kohle auch erst ab 1850 gegenüber der Binnenschifffahrt konkurrenzfähig.

Wie Schäfer (1979) am Beispiel Bayerns zeigt, drehte sich die Diskussion über Eisenbahn- oder Kanalbau fast ausschließlich um die Eignung als Verbindung von Donau- und Mainschifffahrt. Wegen dieser Orientierung an traditionellen Verkehrsströmen fiel die Entscheidung dann auch zugunsten des (bekannten) Kanalbaus aus (und hat noch 150 Jahre später zum Rhein-Main-Donau-Kanal geführt).

Weiterhin wurde jeweils vor Einführung der neuen Verkehrsmittel der bestehende Zustand in der Presse als ungenügend dargestellt.

In diesem Zusammenhang scheint sich zu bestätigen, dass - schaut man retrospektiv nur genau genug hin - der später realisierte neue Bedarf bei Einführung des neuen Verkehrsmittels zumindest schon bewusst existierte bzw. materiell bereits im Entstehen begriffen war. Eine allgemeine Zunahme der Kommunikationsbedürfnisse lässt sich an einer starken Entwicklungsaktivität gerade beim traditionellen Verkehrsmittel erkennen. Diese führte bis in Bereiche, wo diese Technik über ihre technisch-ökonomischen Grenzen hinausging.

Ein Beispiel für traditionelle Lösungsversuche der sich - zu dieser Zeit - steigenden Verkehrsbedürfnisse bildet die Umorganisation des Postreisewesens. Die dabei erzielten Leistungssteigerungen sind beeindruckend. Dazu gehört auch der forcierte Ausbau des Straßennetzes. Allein in Bayern wurden von 1805 bis 1807 über 5.000 km Chausseen instand gesetzt.

Eine ähnliche Situation bestand zur Zeit der Erfindung des Telefons. Der Nachrichtenverkehr verzeichnete starke Wachstumsraten. Damit verbunden war eine Ausweitung der Leistungsfähigkeit der (eingeführten) Telegraphie (Multiplex-Übermittlung zur gleichzeitigen Übertragung mehrerer Nachrichten; Duplex-Telegraph für zweiseitige Kommunikation; direkte Schaltung zwischen Absender und Adressat und automatische Telegraphie ohne Kenntnis des Morsealphabets). Da diese Verbesserungen damals noch ausreichten, um das damalige Leistungsspektrum des Telefons abzudecken, sahen die damaligen Experten in ihren Stellungnahmen keine Notwendigkeit zur Einführung des neuen Systems. Ihnen entging, dass das eine Kommunikationsmittel schon am Ende seines Entwicklungsspielraums angelangt war und das andere erst am Anfang stand.

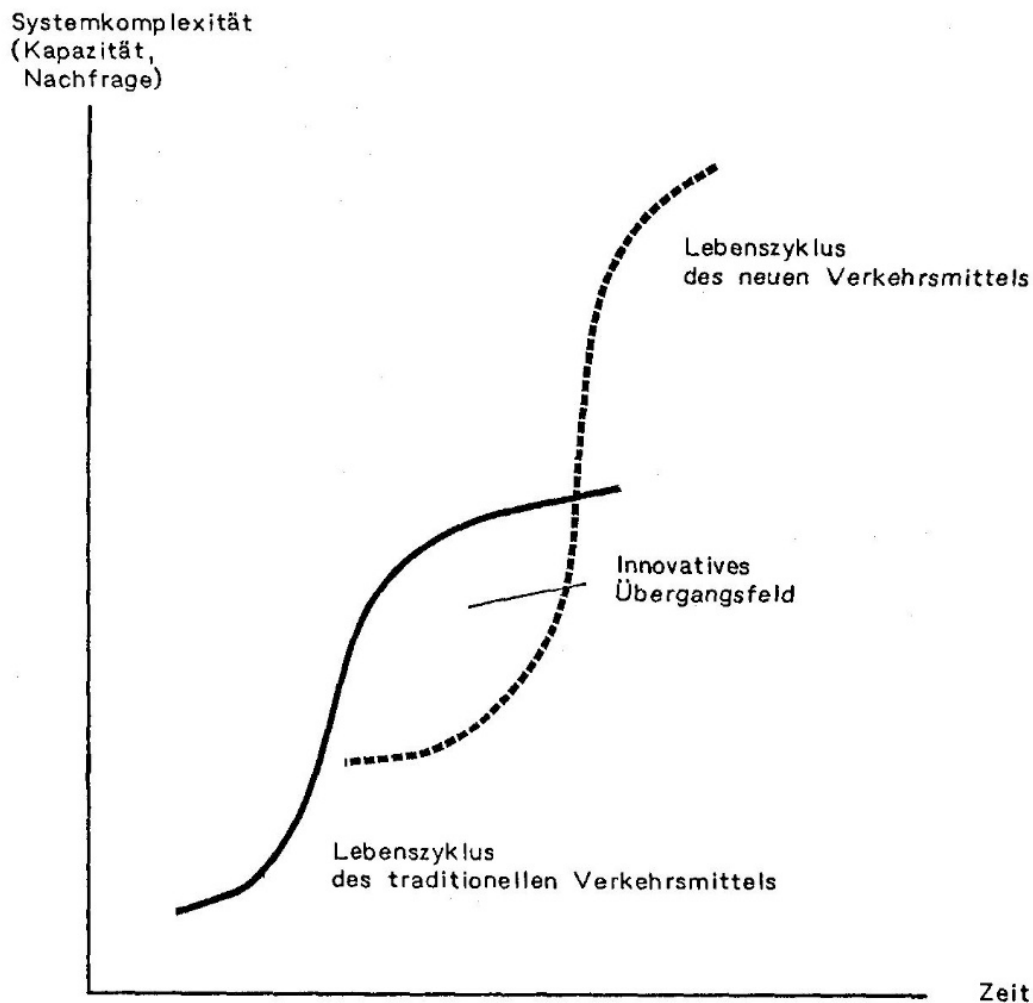
Angesichts des sich abzeichnenden technischen Fortschritts (vor allem auf dem Gebiet der Satellitentechnik, der Empfangs- und Sendeanlagen sowie der weiteren Verbilligung höchstintegrierter Schaltkreise) stellt sich die Frage nach einer Analogie zum heutigen Ausbau des leitungsgebundenen Nachrichtenverkehrs in traditioneller Technik, vor allem in der Fläche. Könnte die Satellitenkommunikation hier wirken, wie der Lkw im Verhältnis zum Bau von Lokal- und Nebenbahnen? Bilden die gegenwärtigen Aktivitäten überhaupt ein Indiz für eine bevorstehende Nachfrageausweitung und Nachfragewandlung?

Wegen der Dominanz der traditionellen Techniken fanden die neuen Systeme ihren Eingang daher in Nischen bzw. an wirklichen Engpässen. Denken wir hier an die Eisenbahn als Ergänzung zur Flussschifffahrt, an das Telefon im innerhäusigen (innerbetrieblichen) Bereich oder an das Kraftfahrzeug im Verteilerverkehr und als Ersatz für den unrentablen Klein- und Lokalbahnbau. Auch entstanden die neuen Systeme meist bei dem Versuch, das alte System - zum Teil in deren Auftrag - zu verbessern. Als etwas wirklich Neues wurden sie deshalb zunächst nicht erkannt. Charakteristisch war aber jedes Mal ihre Einbettung in einen allgemeinen Wachstumsprozess und/oder erreichte Kapazitätsgrenzen. Dies lässt sich als Destabilisierungsphase der jeweiligen Systemstruktur auffassen. Erst eine solche Phase bot der neuen Technik die Möglichkeit zur Verbreitung und erlaubte die Änderung des Systems, d.h. den Strukturwandel. Hatte das neue Verkehrsmittel seinen Eingang über die Schwachstellen des alten Systems gefunden, setzte die massenhafte Durchsetzung (besonders bei Telefon und Kraftfahrzeug) aber erst über die Verringerung der Systemkosten auf einen Bruchteil bisheriger Höhe ein. Angesichts der hohen Einstiegskosten (vor allem für den privaten Verbraucher) steht dies bei der Telekommunikation noch aus.

Betrachtet man den dynamischen Erfolgsmechanismus von Innovationen, ist zu erkennen, dass das System die Innovationen "aus der Deckung heraus" operieren lässt. Die Ausweitung der überkommenen Systeme war für diese selbst mit Schwächen und ökonomischen Schwierigkeiten verbunden. Aber gerade mit dieser Leistungssteigerung traditioneller Systeme konnte erst die zusätzliche Nachfrage befriedigt oder gar geschaffen werden, die später das neue System benötigte. Es könnte sein, dass der Ausbau des Telefonnetzes durch die Deutsche Bundespost (ISDN) eine ähnliche Rolle spielt.

Dieser dynamische Erfolgsmechanismus kann als ein "vierstufiger Beschleunigungsmechanismus" dargestellt werden: (1) Das System wächst und/oder hat Kapazitätsgrenzen erreicht; (2) Innovationen sind sichtbar; (3) Verbesserungen des alten Systems und einzelne neue Techniken erhöhen die Nachfrage und (4) diese Nachfrage erlaubt dann den vollen Einsatz neuer Techniken (Übersicht 9).

## Übersicht 9: Der Beschleunigungsmechanismus in der Evolution von Verkehrsmitteln



Im Nachhinein sieht dieser Beschleunigungsmechanismus sehr schlüssig aus. Er besitzt jedoch zwei Verzweigungspunkte, in denen diese Schlüssigkeit nicht gilt. Zum jeweiligen Zeitpunkt und erst recht vorher ist kaum zu bestimmen, welche der möglichen Innovationen in der Phase 2 gesehen werden und dem System helfen, die Nachfrage zu erhöhen, und auch welche neuen Techniken in der Phase 4 die gestiegene Nachfrage befriedigen werden. Einem späteren Betrachter geraten nur noch "Sieger" ins Blickfeld.

Verschiedene Techniken, wie Rollbänder in den Innenstädten und Elektroantrieb für Kraftfahrzeuge, konnten sich nicht entwickeln, weil andere Techniken für die gleiche Funktion kurz vorher entwickelt worden waren oder in der konkreten Situation Vorteile boten (wie z.B. der Verbrennungsmotor durch billiges Benzin und die nicht ausreichende Sensibilität der Bevölkerung gegenüber Lärm- und Abgasemissionen). Einer ähnlichen Situation könnte sich heute die Magnetbahn (Transrapid) in Europa gegenüber sehen. Spätere Konkurrenten profitierten meist von den Fehlern der Pioniere. So geht der Erfolg der B 707 (und in gewissem Umfang damit die heutige Stellung der amerikanischen Flugzeugindustrie) auch auf die bitteren Erfahrungen der britischen Flugzeugindustrie mit der COMET zurück.

Diese Überlegungen drängen alternative Fragen auf: Wie würde wohl die Eisenbahn heute aussehen, wäre sie nach dem Kraftfahrzeug erfunden worden? Wie wäre der Wiederaufbau unserer Städte nach dem Krieg mit unseren heutigen Erfahrungen erfolgt? Wie würde man heute eine neue Stadt planen und bauen?

Eine ganz spezielle Bedeutung erhält dieser Beschleunigungsmechanismus und das in ihm enthaltene "Innovative Übergangsfeld" bei der Einbeziehung des militärischen Bereichs. Blickt man nur genau genug auf die geschichtliche Entwicklung (Ablehnung des Dampfschiffes durch Napoleon; Ablehnung des Telegraphen durch die englische Admiralität nach den Napoleonischen Kriegen; Kavallerieeinsatz gegen Maschinengewehre im 1. Weltkrieg; Maginot-Linie), so zeigt sich, dass gerade das Militär - als etablierte Gruppe - vor dem tatsächlichen Ernstfall viel stärker an einer Verbesserung bewährter Techniken interessiert war, d.h. sich immer wieder auf eine Wiederholung des letzten Krieges vorbereitete. Neue Techniken wurden dann erst in der Krisensituation der Kampfhandlungen genutzt, d.h. wenn die traditionellen Techniken nicht ausreichten. Diese Situation lässt sich als ein "künstlich" geschaffenes innovatives Übergangsfeld bezeichnen. In jüngster Zeit scheint diese Erfahrung allerdings nur noch eingeschränkt zu gelten. Vor allem im Elektronik- und Kommunikationsbereich ist wegen der extrem hohen Forschungs- und Entwicklungskosten das Militär der wichtigste Innovationsmotor.

Die Evolutionstheorie verlangt jedoch auch hier ein Fragezeichen. Werden hier vielleicht in den Forschungslabors heutige Technologien für die Schlachten von gestern entwickelt? Wie Israel (und Großbritannien im Falkland-Krieg) zeigt, ist die Bedeutung der Bevölkerungsgröße (Soldaten) durch die moderne Waffentechnik schon stark relativiert worden. Unter dem Damoklesschwert der totalen atomaren Vernichtung könnten physische Waffen durch ökonomische, soziale, politische oder psychologische zunehmend entwertet werden. Hierzu gehören auch die Verlagerung der Kampfhandlungen auf Stellvertreter in neuer sozialer Form (Terrorismus) und die Erfahrungen mit Informationskatastrophen (wie nach Tschernobyl) in nervösen Informationsgesellschaften.

Vor diesem Hintergrund müssen die folgenden "Durchsetzungscharakteristika" gesehen werden. Sie sind keine Gesetzmäßigkeiten, sondern Erfahrungstendenzen, wie sie sich aus dem erfolgreichen Beschleunigungsmechanismus bisheriger Systementwicklung ableiten lassen.

### **3.3 Welche Charakteristika sind bei der Durchsetzung neuer Verkehrssysteme zu erkennen?**

- Die Entwicklung neuer Verkehrsmittel und ihre Verbreitung setzten stets Umwälzungen vorher bestehender gesellschaftlicher Strukturen voraus. Die Eisenbahn und auch das Fahrrad konnten sich in keiner feudalistisch strukturierten Gesellschaft verbreiten. Allein die Leibeigenschaft schränkte die Beweglichkeit des Einzelnen erheblich ein. Mit diesem Prinzip wäre es unvereinbar gewesen, dass sich ein großer Teil der Bevölkerung unabhängig und unbeobachtet über große Entfernungen bewegt. Ebenso wenig kompatibel wäre eine Massenmotorisierung und die Verbreitung des Telefons mit der hierarchischen Staatsform der Jahrhundertwende und des frühen 20. Jahrhunderts gewesen. Die Verfügungsgewalt über ein Motorrad oder Auto durch Arbeiter hätte eine damals undenkbbare Gleichstellung mit dem Adel und dem Großbürgertum bedeutet. Der Massenmotorisierung musste nicht nur eine Verbilligung des Produktes, sondern vor allem eine radikale

Umbewertung des einzelnen Menschen und seiner Arbeitskraft vorangehen. Dies aber war zuerst in den jungen Vereinigten Staaten von Amerika der Fall.

Für die heutige Situation bietet sich die Gleichstellung von Wissen und Information als ebenso wenig vorstellbare, aber notwendige Voraussetzung an. Ihre Konsequenzen wären sowohl eine Ablösung der hierarchischen Arbeitsorganisation durch motivierte Teams gleichrangiger Mitarbeiter als auch ein lebenslanges Lernen anstelle der heutigen Dreiteilung in Lernen, Arbeiten und "Nichts mehr tun". Erst dann könnte die Informationskapazität der Telematik wirklich ausgenutzt werden. Insofern könnte eine hohe Abiturientenquote eher als Chance denn als Belastung interpretiert werden.

- Erst diese Veränderung der gesellschaftlichen Voraussetzungen führte zu einem "Verkehrsdruck", dem die traditionellen Systeme nicht mehr gewachsen waren und der die Verbreitung anderer (neuer) Verkehrsmittel nötig und möglich machte.
- Die Ausbreitung von Verkehrsmitteln zeigt im interregionalen Vergleich, dass der Zeitraum vom Beginn der Wachstumsphase bis zum Beginn der Sättigungsphase in denjenigen Ländern am längsten war, in denen sich ein Verkehrsmittel zuerst durchsetzte. Für den weiteren zeitlichen Verlauf einer Technik dürfte daher nicht so sehr die Erfindungs- oder Einführungsphase (die praktisch überall zu gleichen Zeit einsetzte) maßgebend sein, sondern vielmehr der Beginn der Wachstumsphase. Dieser Zeitpunkt kann hier als die Menge definiert werden, bei der zuerst eine Netzwirkung einsetzen kann und/oder bei der die Nachfrage über den Bedarf der jeweiligen (ökonomischen) Führungsschicht hinaus weitere Bevölkerungskreise erfasst. Dies legt einen Vergleich mit der "kritischen Masse" nahe, die bei allen sich selbstorganisierenden Prozessen überschritten werden muss, von der Kernspaltung über Krebszellen bis hin zu Revolutionen.
- Die Systemeinführung eines neuen Verkehrsmittels wurde wohl niemals durch eine bahnbrechende Erfindung allein bedingt. Die einzelnen Komponenten eines neuen Systems waren - zumindest im Prinzip - meist schon lange bekannt. Was fehlte, war (1) die organisatorische Zusammenfügung zu einem Transportsystem, (2) die mobilisierbare Nachfrage mit einer ökonomischen Basis und vor allem (3) ein allgemeines technisches Niveau, das die Erfindungen auch handwerklich-technisch in industrielle Fertigung und massenhaften Gebrauch umsetzen konnte. Diese drei Voraussetzungen mussten alle und zusammen erfüllt sein.
- Nicht jede technische Evolution führt zu substantiellen Veränderungen des Systems (Bifurkationen). So weist z.B. das deutsche Eisenbahnnetz trotz Ablösung der Dampftechnik, der Konkurrenz von Pkw, Lkw, Rohrleitung, Binnenschiff und Flugzeug und den Hochgeschwindigkeitsambitionen heute noch keine konzeptionelle Änderung gegenüber dem 19. Jahrhundert auf. Es ist noch die gleiche Spurweite, es herrscht Mischverkehr, und auch kleinere Bahnhöfe sind angebunden. Die Begründung, dass eine Änderung eines Systems nicht stattfinden kann, bedeutet, dass das Risiko eines Wechsels als zu groß erscheint, und zeigt daher, dass eine ausschließlich produktorientierte Diskussion des Innovationsablaufs zu eng ist. Strukturkonservatismus und Innovationen sind nur begrenzt verträglich.

Erhebliche Verzweigungen (Bifurkationen) des Systems benötigen:

- Erfinder und Erfindungen,
- risikobereite Institutionen (Firmen, Behörden) und
- einen allgemeinen Kommunikationsbedarf bzw. Marktnischen.

Das Vorhandensein risikobereiter Institutionen könnte die erheblichen Auswirkungen der Novitäten Düsenverkehrsflugzeug und Container erklären. Hingegen mögen die geringen Ausstrahlungseffekte des elektrischen Zugantriebes auf die Konkurrenzsituation der Eisenbahn zum Auto (im Automobilzeitalter) auf einen Mangel risikobereiter Institutionen zurückzuführen sein.

Da das Gesamtsystem lernfähig ist, verwendet es ständig seinen eigenen Output (Zustand) als Input (Eingangsgröße). Dies führt zu einer permanenten Dynamik und zur Veränderung der Struktur in kaum vorhersehbarer Weise. Echte Gestaltbarkeit ist dabei nur während solcher Phasen gegeben, wo das System instabil wird. Hier erreicht es seine Kapazitätsgrenzen, und mehrere Entwicklungsrichtungen sind denkbar. In solchen sog. Bifurkationszonen legt sich das System auf neue Normen fest. Als z.B. die Eisenbahn eingeführt wurde, prägte die anfangs hauptsächlich benutzte Spurbreite die weitere Entwicklung. Daher ist nicht nur die Kenntnis der kritischen Stellen (Orte), sondern auch der kritischen Phasen (Zeit) erforderlich. Oder: Die Bemühungen von Anbietern neuer Technologien allein genügen noch nicht für räumliche Auswirkungen.

Die naheliegende Analogie zwischen der Einführung und Verbreitung des Telefons und seinen Anwendungen mit denen der Telekommunikation kann aus zwei Gründen nur sehr eingeschränkt vorgenommen werden:

- Das Telefonsystem (und mit ihm seine technischen Verbesserungen) wuchs schrittweise in eine offene Zukunft und wurde in seiner jeweils technisch realisierten Form nach aktuellen wirtschaftlichen Gesichtspunkten eingesetzt. So existierten z.B. handvermittelte (kleine) Stadtnetze, bevor die Möglichkeiten von Fernverbindungen und automatischer Vermittlung überhaupt bekannt waren. Die Telematik hingegen hat ihre Zukunft in vielen Bereichen schon fest geplant. Dies geht so weit, dass die wirtschaftliche Verfügbarkeit einzelner Techniken, die für die Funktion des Gesamtsystems notwendig sein werden, schon heute unterstellt bzw. erwartet wird.
- Die Telematik deckt einen viel breiteren Bereich ab als das Telefon und seine Anwendungen. Deshalb können zur Analogie allenfalls Teilbereiche, wie der Datentransport im Geschäftsbereich, herangezogen werden. Außerdem nahm sich das Telefon für seine Durchsetzung sehr viel Zeit. Für die erwartete kurzfristige Verbreitung der Telematik liegt ein Vergleich zur Geschichte der Rundfunk- und Fernsehsysteme näher. Diese aber ist durch die Notwendigkeit hoher staatlicher bzw. privater Vorleistungen gekennzeichnet.
- Die vielfach vertretene Meinung, der Telekommunikationssektor sei am ehesten mit dem Auto zu vergleichen, da er wie dieses auf einem bestehenden Netz aufbauen könne, trifft so ebenfalls nicht zu. Auch die Telekommunikationsdienste brauchen, um schließlich effektiv arbeiten zu können, einen "neuen Verkehrsweg": nämlich das ISDN-Netz bzw. sogar das IBFN. Etwas völlig anderes waren

auch die Eisenbahnen nicht. Sie fuhren auch auf dem Land, und die Anlage einer "richtigen" Straße (Autobahn) ist nicht viel weniger aufwendig als der Bau eines Gleises, wenn es vorher nur einen "Feldweg" gab. Analoges gilt auch für das Kraftfahrzeug, das für die damaligen Straßen ebenfalls nicht geeignet war und zu einer regen Experimentiertätigkeit im Straßenbau führte, bevor die Straßen dann nach seinen Anforderungen umgebaut wurden <sup>2</sup>. Auch bei der "Neuen Bahn" kann bei Investitionskosten von 5 Millionen DM pro km Ausbaustrecke (Neubaustrecke ca. 30 Mill. DM/km) eigentlich nicht von einer Benutzung des alten Netzes gesprochen werden.

Eine Besonderheit, die nur für Kfz und Telekommunikation zutrifft, bildet die Art des Netzausbaus: zuerst der Ausbau - mit vielfältiger Technik - der bestehenden Landstraßen (entsprechend Breitbandverkabelung, IDN, Fernsprechnet und schließlich ISDN) und parallel dazu die Errichtung von "Luxusautobahnen" (Glasfaseroverlaynetz) mit der Option des ausschließlichen Kfz-Netzes als Stadt-Autobahn, BAB und Landstraßen mit Entwurfsgeschwindigkeiten über 100 km/h (entsprechend IBFN als ausschließlichem Glasfaseruniversalnetz). Doch scheint das Universalautostraßennetz schon vor Erreichen seines Endzustandes durch die Entwicklung überholt zu sein.

- Der beginnende Strukturwandel wurde jeweils begleitet oder sogar ausgelöst durch einen überoptimalen rauschartigen Ausbau des jeweils dominierenden Verkehrssystems ("the canal mania", der Eisenbahnbau in der Fläche, die heutige Situation im Fernstraßen- und Stadtautobahnbau). Dieser Prozess wurde dadurch begünstigt, dass die etablierten Wissenschaften - sicherlich nicht unerwünschte - Berechnungen und Gutachten erstellten, die den traditionellen Verkehrsmitteln jeweils ihre (volkswirtschaftliche) Unverzichtbarkeit bescheinigten und sie berechtigten, am bisherigen (Entwicklungs-)Kurs festzuhalten (Beispiele: Ludwigs-Kanal, Lokalbahnen, Telegraphieausbau, Ferienautobahnen, Kernkraftwerke).
- Die in retrospektiver Sicht dem jeweils neuen und dominierenden Verkehrsmittel zugerechneten Strukturwandlungen fanden tatsächlich auf der Basis von Verbesserungen der traditionellen Verkehrstechniken statt. Die auf diese neue Struktur hin optimierten neuen Techniken verstärkten diese neue Struktur dann nur noch und verfestigten sie vor allem.
- Jeder Strukturwandel führte zu einer wachsenden räumlichen Diskrepanz zwischen dem Kapazitätseffekt und dem Einkommenseffekt von Investitionen (Voigt 1960). Dabei war sowohl die Entwicklung der einzelnen Verkehrsmittel als auch (und vor allem) die Einführung neuer Verkehrsmittel durch ein Ansteigen der jeweiligen Reise-, Transport- und Übertragungsweiten gekennzeichnet.
- Differenzierende Auswirkungen einer zusätzlichen, neuen und überlegenen Verkehrstechnik führten zur weiteren langfristigen Verstärkung vorhandener Grundstrukturen. Diese Verstärkung begünstigte vor allem Wachstumsgebiete, die mit Hilfe früherer Verkehrsinnovationen entstanden waren, und brachte neue Wachstumschancen für einige wenige zusätzliche neue Wachstumskerne in den bisherigen Indifferenzgebieten. Die neue Technik beseitigte vor allem Nachteile, die bisher einer Besiedelung (Entwicklung) entgegenstanden. Standortvorteile schon



bestehender Schwerpunkte aber blieben erhalten oder wurden allenfalls relativiert.

- Die bisherige Erfahrung zeigt, dass die in der frühen Entwicklung eines neuen Verkehrsmittels prognostizierten Wachstumsgrenzen von der Entwicklung ignoriert wurden. In der konkreten Situation waren diese Restriktionen eben dann doch keine oder wurden vom System umgangen. Der Grund liegt in den Ausgleichsmechanismen vernetzter Systeme. Durch diesen für die allgemeine Systementwicklung charakteristischen Zusammenhang bewirkt die Beschleunigung eines Streckenabschnittes im Allgemeinen auch eine Beschleunigung auf den damit zusammenhängenden Netzteilen. Besonders augenfällig wird dieser Zusammenhang bei der Beseitigung von Engpässen, wie durch den Bau des Suezkanals, die Alpenübergänge, BAB-Ausbauten und die Durchwahltechnik im Telefonfernverkehr. Die Folge war stets eine damit zusammenhängende, weit über das vorher vorstellbare Maß hinausgehende Verkehrsbeschleunigung und Verkehrsausweitung. In ähnlicher Weise dürfte ein durch die Telematik beschleunigter städtischer Nahverkehr die Kapazität des bestehenden Netzes erhöhen. So wird durch einzelne Maßnahmen, die auch außerhalb des eigentlich kritischen Systembereichs liegen können, der Änderungsdruck vermindert. Damit verlieren vorhandene Wachstumsgrenzen an Bedeutung.
- Technische Evolution ist geprägt durch eine zunehmende Spezialisierung ursprünglich universell eingesetzter neuer Techniken hin auf ihre jeweiligen Optima. Der Grund für die anfängliche Funktionsvielfalt dürfte in erster Linie darin liegen, dass das jeweils neue Verkehrsmittel den überkommenen weit überlegen ist und daher auch in Bereiche eindringt, für die es "eigentlich" weniger geeignet ist. Die Spezialisierung auf wenige Hauptfunktionen erfolgt, sobald der technische Fortschritt für die vorher abgedeckten Funktionen bessere Lösungen anbietet. So wurde die Binnenschifffahrt auf kleinen Flüssen und Kanälen sowie auf "gebirgigen" Strecken durch die Eisenbahn abgelöst, die Eisenbahn im ländlichen Raum durch das Kraftfahrzeug und im internationalen Verkehr durch das Flugzeug sowie schließlich die Massenkommunikation auf der Grundlage des Telefons durch den Rundfunk.
- Obwohl die jeweilige Systemumgebung oft recht unterschiedlich war, sind die Ergebnisse der Evolution von Verkehrssystemen erstaunlich stabil. Die sich herausbildende Systemstruktur - beschrieben durch Fahrzeuge, Benutzer und Fahrwege - hat sich in den verschiedensten räumlichen und zeitlichen Umgebungen ähnlich entwickelt. Die Entwicklung des Systemzustandes scheint sich entlang einer festen Bahn zu bewegen und bei Erreichen der Wachstumsgrenze anzugleichen. Selbst so stark exogene Variablen, wie die Änderung der Ölpreise, haben die allgemeine Entwicklung beim Auto kaum beeinflusst (vgl. die amerikanische Entwicklung vor der Ölpreiskrise mit der deutschen danach). Ähnliches gilt auch für die Eisenbahn. So hat sogar Japan (als Insel und Innovator) für sein Schnellfahrnetz die Normalspur gewählt.
- Die technischen Richtlinien für Verkehrsinvestitionen, wie auch die Richtlinien zur Netzbildung und Linienführung, orientierten sich jeweils an den Erfahrungen vorausgegangener Technik bzw. Organisation und optimierten die neue Technik damit in Konkurrenz zur alten. So stellten auch (oder gerade) die ersten Pläne für

Autostraßen hohe Anforderungen an gute Entwässerung und maximale Steigungen, wie sie Erdstraßen für Pferdefuhrwerke benötigten, aber beim damaligen Kfz-Betrieb nicht erforderlich gewesen wären. (Im Nachhinein haben sich diese Dinge jedoch als vorteilhaft für den Verkehrsfluss und gegenüber der damals noch unbekannten Gefahr des Aquaplaning erwiesen). Ebenso wurde die Vorstellung eines großen, Nachfrage sichernden Einzugsbereiches vom Land auf die Städte übertragen und damit der Bau von wenigen vielspurigen Stadtautobahnen begünstigt. Auch die interregionalen Linienführungen orientierten sich an den, mit der vorausgehenden Technologie abgewickelten Verkehrsströmen. Orientieren sich die Pläne für den künftigen Infrastrukturausbau der Telekommunikation weiterhin an der Gegenwart, so dürfte dies auch die gegenwärtigen Tendenzen der räumlichen Entwicklung verstärken.

- Die Entwicklung der westlichen Gesellschaften ist durch einen langandauernden Wachstumsprozess geprägt. Da dieses Wachstum in einen historischen Transformationsprozess von Technik und Gesellschaft eingebunden ist, ist Wachstum untrennbar mit Strukturwandel verknüpft. Neue Verkehrstechniken lösten dabei jeweils wachstumsbedingte Engpässe. Die Entwicklung und Verbreitung neuer Verkehrstechniken ist daher nur aus den Engpässen der jeweiligen Strukturen heraus zu verstehen. So ist auch der Öffentliche Verkehr (ÖV) (Eisenbahn, ÖPNV, Telegraphie) lediglich eine, in einer bestimmten Struktur entstandene Erscheinung. In einer, aber nun durch den ÖV geförderten neuen Struktur müssen diese - nun den ÖV erhaltenden - Engpässe nicht notwendigerweise bestehen bleiben. Vielmehr ist es denkbar (und historisch sogar wahrscheinlich), dass für verschiedene neue Engpässe bessere Lösungen entstehen. Dadurch könnte der ÖV wieder verschwinden und/oder sich auf Einzellösungen zurückziehen. Parallelen bieten hier die Kanalschifffahrt und das Fahrrad.
- In der Evolution des Verkehrs zeigt sich deutlich, dass nicht die Gegenstände des täglichen Bedarfs Auslöser neuer Transportvorgänge waren. Diese Rolle spielten im Güterverkehr vornehmlich Luxusgüter (wie Gewürze, Seide, Kolonialwaren) und im Personenverkehr religionsartige Bedürfnisse, Herrschaftskommunikation und Spannungsausgleich (wie Hochzeiten und Totenfeiern von bedeutenden Persönlichkeiten, Kirchweihen, Wallfahrten, Kreuzzüge, Kriege, sportliche Großveranstaltungen, Tourismus). Wirtschaftlicher und politischer, oft auch militärischer Verkehr entwickelte sich dann auf den bekannten Verkehrsbeziehungen.

Dieser Luxus- oder Kultcharakter früher Verkehrsarten und -güter lässt auch für die Telekommunikation auf einen erheblichen derartigen Verkehrsbedarf schließen. Er aber führt zu einer Systemgestaltung, die sich nicht aus Strukturen hochrechnen lässt, die auf wirtschaftlichen Motivanalysen gründen.

- Schließlich zeigt die bisherige Verkehrsentwicklung, dass Verkehr immer auch um seiner selbst willen stattfand (intrinsischer Verkehr). Daneben erfüllte die Raumüberwindung mit allen zur Verfügung stehenden Verkehrstechniken auch eine Übertragungs- und Kompensationsfunktion (Tapetenwechsel, Selbstdarstellung, Psycho-Hygiene). Nicht zu vergessen ist das Verkehrsmittel als Technologieträger, sowohl für die Forschungspolitik als auch für den Spieltrieb von Technikern und Benutzern.

## **4. Die Zukunft in der Perspektive verkehrsevolutorischer Erfahrungen**

### **4.1 Verkehrsentwicklung als Evolution eines energieverbrauchenden Systems**

Den Verlauf und das endgültige Ziel einer Entwicklung bestimmen zu können, ist schwierig oder sogar unmöglich. Dies führt zu Wirkungsvermutungen, die auf der 1. Ebene konstante Beziehungen unterstellen oder auf der 2. Ebene von bekannten Beziehungen ausgehen. Solche Wirkungsvermutungen lassen sich zwar formalexakt formulieren, aber treffen selten zu. Die Methodik, die auf der 3. Betrachtungsebene operiert, umgeht diese Schwierigkeit. Sie tut dies, indem die Unmöglichkeit, zukünftige Entwicklungen zu erfassen, nicht nur voll akzeptiert wird, sondern auch als systemnotwendig in das Selbstverständnis der Planung eingeht. Anders formuliert: Die Gesellschaft wird als ein sich selbstorganisierendes System verstanden. Dieses System ist in eine Gesamt-Evolution eingebettet, die ein offenes Ende aufweist. Innerhalb dieser Evolution vollziehen sich die Prozesse aber nicht allmählich. Sie sind vielmehr durch temporäre stabile Ordnungen gekennzeichnet, die in relativ kurzer Zeit zusammenbrechen und nach Durchlaufen einiger chaotischer Zwischenstufen eine neue stabile Ordnung bilden können (dabei bleibt offen, inwieweit das jeweilige Chaos nicht auch eine - höhere - Ordnung bildet, die wir nur noch nicht als solche erkennen können).

Ein gegebener Raum stellt in dieser Betrachtung ein evolvierendes System dar. Durch die Einbeziehung der Zeit geht der (statische) Strukturbegriff über das räumliche Arrangement des Systems hinaus und schließt die in ihm ablaufenden Prozesse, d.h. die Funktionen und damit auch die Umweltbeziehungen, mit ein. Dieses dynamische System bezieht seine Ordnung aus dem Ungleichgewicht der in ihm bestehenden Erreichbarkeitsverhältnisse. In Anlehnung an eine von Prigogine entwickelte nichtlineare Thermodynamik irreversibler Phänomene entspricht dies einer dissipativen (d.h. energieverbrauchenden) Selbstorganisation. Jedes Verkehrssystem besitzt ein charakteristisches Leistungsprofil. Auf Grund dieser technisch-ökonomischen Angebotsstruktur macht jedes Verkehrssystem charakteristische Grundmuster räumlicher Zentralität möglich. Diese Muster sind in dynamischen Gesellschaften in ständigem Wandel begriffen. Ausgelöst wird dieser Wandel durch Innovationen im weitesten Sinne. Innovationen bewirken Selbstverstärkungsprozesse einzelner Systembeziehungen (im Sinne der positiven Rückkopplung der Kybernetik). Der hohe Erklärungswert der Theorie dissipativer Strukturen für diesen Prozess besteht in der Analogie zwischen den Selbstverstärkungsprozessen dieser naturwissenschaftlichen Theorie und einem eigendynamischen Verkehrswachstum. Bildlich gesprochen vermag die Theorie dissipativer Strukturen die "Treppenfunktion" der Verkehrsevolution durch beide Elemente zu erklären: durch Innovationen (die der vertikalen Steigung einer Treppenstufe entsprechen) und jenen stabilen temporären Strukturarrangements (als dem horizontalen Auftritt einer Treppenstufe).

Die Theorie dissipativer Strukturen zeigt, dass die Normalität ein ungleichgewichtiger Prozess ist. Seine Strukturformen sind relativ stabile Ordnungen auf Zeit und Ergebnisse von Entwicklungsschüben. Es sind energieverzehrende Strukturen. Bei Energiezufuhr über das zu ihrer Erhaltung notwendige Maß können diese Strukturen auf ein höheres Komplexitätsniveau springen. Bei Energieentzug verändern sie sich auch und nehmen einfachere Formen an. Diese sind jedoch mit früheren Formen nicht identisch (da dieser Vorgang Arbeit bedeutet).

"Energie" umfasst hier alle zum Funktionieren des betrachteten Systems notwendigen Inputgrößen. Dabei wird sie in einen Zusammenhang mit der thermodynamischen Größe

der "Entropie" gebracht. Jede Bewegung (Arbeit) in einem System ist mit Energieverlusten (-entwertung) verbunden. Dies erfolgt durch Umwandlung der dem System zur Verfügung stehenden "freien", d.h. arbeitsfähigen Energie zu nicht arbeitsfähiger (Wärme-) Energie. Gemäß dem 2. Hauptsatz der Thermodynamik muss jedes (abgeschlossene) System einen Zustand maximaler Entropie erreichen, d.h. alle arbeitsfähige Energie ist dann in Wärmeenergie umgewandelt, und die Bewegung des Systems kommt zum Stillstand. Offene Systeme können aber durch Zufuhr hochwertiger arbeitsfähiger Energie (negativer Entropie) ihren Bewegungszustand beibehalten bzw. sogar noch erhöhen. Ohne eine Umorganisation des Systems kann ein System hiervon jedoch nur vorübergehend Gebrauch machen. Auf lange Sicht aber wird die mit der negativen Entropie verbundene, freie Energie knapp, so dass in einem (einschließlich der Systemumgebung) betrachteten Gesamtsystem die Entropie immer höher wird. Als Ausweg bietet sich hier einmal die Umorganisation des Systems selbst an, d.h. der kurzfristige Einsatz hoher Energiemengen (z.B. in Form von Know-how) zur Erreichung einer günstigeren Systemstruktur, vor allem aber - und viel häufiger - die Verwendung anderer, meist höherwertiger Energieformen. Ein Beispiel hierfür bildet - aus dem engeren Energiebereich - der Übergang vom Energieträger Holz zur Kohle.

Die Bedeutung der Systemstruktur und insofern der eingesetzten Energieformen im weiteren Sinn zeigt sich deutlich am engen Bezug des benutzten Energieträgers zur Gesamtmenge der benötigten Arbeitsleistung. Selbst wenn die Verwendung von Holz in einer Energieträgerbilanz günstiger wäre als die von Kohle, könnte Holz doch nur in dem Umfang eingesetzt werden, in dem es zur Verfügung steht. Ist dies nicht mehr der Fall, muss der Energiebedarf entweder auf die nachwachsende Menge reduziert oder es muss ein anderer Energieträger gefunden werden. Neben dem Gesamtbedarf bestimmt die Systemstruktur vor allem den Spitzenbedarf. Zum Beispiel kann der Transport einer bestimmten Ladungsmenge von Pferdefuhrwerken energetisch sicherlich günstiger bewerkstelligt werden als von einer Eisenbahn. Ab einem bestimmten Aufkommen aber ist der kurzfristige Transport (z.B. 1.000 t gleichzeitig und auf einer Relation mit 500 Pferdefuhrwerken oder mit einem Zug) sicherlich ungünstiger bzw. sogar unmöglich. In diesem Zusammenhang wird auch der höhere Energieverbrauch der Digitaltechnik gegenüber den Edelmetallmotorwählern im Vermittlungsbereich des Fernsprechverkehrs sinnvoll. Auch hier gibt es - selbst ohne Berücksichtigung des technischen Fortschrittes - Kapazitätsgrenzen, von denen ab die Digitaltechnik schon jetzt energetisch günstiger arbeitet (wobei der Energieverbrauch im System, d.h. die Entropiezunahme, durch kleinere Bauten, bessere Wärmenutzung u.a. schon bei niedrigeren Kapazitäten günstiger sein kann).

Wichtig ist, dass diese Betrachtungsweise nicht zu einer Vernachlässigung der traditionellen Planung führt. Diese Betrachtungsweise gründet sich auf Modelle, die aus dem mikroskopischen Bereich der Naturwissenschaften auf den Makrokosmos der Gesellschaftswissenschaften übertragen werden. Auf diesem Makroniveau schließen sie einen so langen Zeitraum ein, dass vor allem im Verkehrsbereich weiterhin mit den traditionellen Methoden wirksame Planung und Prognose betrieben werden muss. Allerdings sollten diese Modelle um das Wissen ihrer Unzulänglichkeit ergänzt werden.

Die hier versuchte Übertragung verkehrsevolutorischer Erfahrungen baut im Benutzerbereich auf zwei großen Strukturbrüchen auf: auf der Konzentration von Industrie und Bevölkerung im 19. Jahrhundert und auf der Expansion (Dispersion) von Industrie und Bevölkerung im 20. Jahrhundert. Beide Strukturübergänge waren mit einem starken Wirtschaftswachstum und einer Zunahme der (betroffenen) Bevölkerung verbunden.

Begleitet wurden sie (wenn auch zeitversetzt) von einer wesentlichen Veränderung der Wertvorstellungen der Gesellschaft und ihrer Mitglieder und damit der Bewertung vergangener und jeweils gegenwärtiger Systemzustände. Es sind aber gerade diese Wertverschiebungen, die es erschweren, die für jene Strukturveränderungen wesentlichen Faktoren zu identifizieren und die zum jeweiligen Zeitpunkt bestandenen Optionen zu bewerten.

## **4.2 Möglichkeiten der Vergangenheit**

Die Entstehung sehr großer Städte bildet also eines der wichtigsten Unterscheidungsmerkmale der Verkehrsgeschichte in den letzten beiden Jahrhunderten. Nur mit und in dieser Dynamik lässt sich die Entstehung und Verbreitung der Verkehrstechnologien Eisenbahn, <sup>^</sup> ÖPNV, Telefon und Kraftfahrzeug erklären. Die ständige Bevölkerungszunahme und Flächenausdehnung der Ballungsräume führte in ihnen und in den sie versorgenden Räumen schließlich zu Phasen der Instabilität. Neuen Lösungen und Systemvariationen boten sich damit Nischen zur Entfaltung. Dieses Wachstum war mit einem steigenden Ressourcenverbrauch (an Menschen, Kapital, Energie, Information, Umwelt usw.) verbunden. Als "Energie" im weiteren Sinne bot er die benötigte Grundlage für Strukturwandlungen.

Verfolgt man die geschichtliche Entwicklung und die vom System benutzten Ressourcen, so stellt sie sich als Treppenfunktion dar: gekennzeichnet durch die Nutzung jeweils höherwertiger Energie bei teilweiser Beibehaltung der vorangegangenen. Die mittelalterliche Gesellschaft war noch auf die Landwirtschaft (Holz, Tiere, Wasser) sowie den Wind als Energiequelle angewiesen. Danach kam die Dampftechnik (Kohle) und schließlich trat die Motortechnik (Öl) hinzu. Die Produktionsgrundlage der Gesellschaft breitete sich dabei über den Industriesektor auf den Bereich der Dienstleistungen aus. Die Kern(fusions)technik und die nicht-fossilen "sanften" Energiequellen (und hier vor allem die Solartechnik) könnten nun eine weitere Stufe innerhalb einer Informationsgesellschaft bilden.

Für unsere Fragestellung sind die Stufen der Dampftechnik und der Motortechnik besonders wichtig. Diese beiden Stufen lassen die oft als 4. (oder 5.) Innovationswelle bezeichnete Einführung von Telematik und Mikroelektronik (nach Dampfmaschine, Eisenbahn, Motor- und Elektrotechnik sowie Massenmotorisierung und Transistortechnik) in einem anderen Licht erscheinen. Dann ergäbe sich kein Muster mehr oder weniger gleichrangiger Wellen mehr. Vielmehr ließen sich die vorangegangenen vier "Wellen" dahingehend zusammenfassen, dass in der 1. und 3. Welle eine neue Technik bei wenigen Anwendern (Industrieunternehmen, Staat und ökonomische Führungsschicht) Anwendung fand, wogegen in der 2. und 4. Welle die prinzipiell gleiche Technik "nur" massenhaft verbreitet wurde. Erst durch diese Verbreitung aber wurde die traditionelle Struktur des Systems übermäßig belastet und erforderte oder ermöglichte einen Strukturwandel.

Dampfmaschine und Mechanik (Uhrwerk) wurden zu einer Zeit entwickelt, als sich die mittelalterliche Gesellschaft im Umbruch befand. Dieser Umbruch aber war nicht durch diese neuen Techniken bedingt. Vielmehr wuchs das System der vorindustriellen Gesellschaft mit den ständigen Verbesserungen und der Ausbreitung der traditionellen Techniken über seine kritische Größe <sup>3</sup> (diese kritische Phase wird in dem Modell der dissipativen Strukturen als "Bifurkationszone" bezeichnet). Damit befindet sich das System nun in einer labilen Gleichgewichtslage. Solche Situationen können von dynamischen

Systemen gemeistert werden, indem sie auf höherwertige Energiequellen und energiesparende Arbeitstechniken zurückgreifen (oder besser: vorgreifen). Meist stehen schon mehrere Alternativlösungen zur Auswahl. Welche davon sich aber in der konkreten Situation durchsetzt, hängt von relativ kleinen Schwankungen der Entscheidungsparameter ab. Die zur Anwendung gelangenden neuen Techniken gestalten dann durch ihre massenhafte Verbreitung die innere und äußere Struktur des Systems in einer Weise um, die ihren Leistungsprofilen entspricht.

Dampfmaschine und Mechanisierung halfen also dem vorindustriellen System über einen Engpass hinweg, hatten aber anfangs noch kaum einen systemgestaltenden Einfluss. Dieser setzte erst ein, als sich die Dampftechnik stark ausbreitete und über die Eisenbahn und Industrieprodukte die Masse der Bevölkerung erreichte (ob diese oder frühere oder spätere Systemausweitungen von den neuen Techniken selbst ausgingen und damit auch Werte und Vorstellungen der Gesellschaft veränderten oder ob sich - warum auch immer - die gesellschaftlichen Werte und Institutionen zuerst änderten und erst dadurch die Ausbreitung der Technik begünstigten, ist strittig. Für unsere vorliegende Betrachtung ist die Tatsache selbst entscheidend).

Dies bedeutet, dass die "revolutionäre Eisenbahnwelle" eigentlich nur die spürbare Ausbreitung und Anwendung der vorher eingeführten neuen Technik darstellte. Durch diese Ausbreitung prägte sie die Systemstruktur dann aber auf ihre eisenbahnspezifischen Optima hin. Die besondere Eignung für regelmäßige Verkehre geringwertiger Massengüter, die Verbindung von Knotenpunkten und größere Entfernungen begünstigte Großstädte, Schwerindustrie, industrielle Ballungen und die Integration von Wirtschaftsräumen. In diesen Stärken aber lagen schon die neuen Engpässe als Ansatzpunkte für die nächste Runde. War bei der Dampfmaschine ein hoher Wirkungsgrad nur bei großen Maschinen und Dauerbetrieb gegeben, so schloss der (Elektro-)Motor diese Lücke und gab auch dem Kleinbetrieb im ländlichen Raum seine Chance.

In dieser (zweiten) Bifurkationszone wurde somit die Motor- und Elektrotechnik (Antrieb und Mechanik) eingeführt. Zunächst wiederum nur punktuell und gezielt an den Engpässen der alten Struktur eingesetzt, bewahrte sie diese zunächst. Dann breitete sich auch diese neue Technik aus und arrondierte das System nach ihrem Profil (Verbrauchsgüter- und Leichtindustrie, Flächenverkehr und -besiedlung). Wie sehr die Einführung der Kraftfahrzeuge als Besserung der bestehenden Situation verstanden wurde, zeigen die Worte von Mellerowicz aus dem Jahre 1932.

"Der Kraftwagen ist heute aus dem Transportsystem nicht mehr wegzudenken. Er ist ein äußerst starker Impuls im Verkehr, ebenso aber in der Industrie und im Handel. Durch seine Freizügigkeit hat er auch die Betriebe freier gemacht. Er verändert ihre Standorte, die Industrie ist nicht mehr gezwungen, auf teurem Gelände in der Nähe der Bahn, des Wassers oder von Kanälen zu bauen. Er verändert auch die Lage der Wohnstätten und macht Gegenden siedlungsreif, die durch Eisenbahnen erst viel später erschlossen werden könnten. Besonders in Ländern von der Struktur der USA hat der Kraftwagen vor allem dem Lande unendlichen Segen gebracht, es erst an die Industrie- und Kulturzentren herangeführt und das Bewusstsein weiter, unbesiegbare erscheinender Entfernungen vollkommen besiegt. Seine Pflege und Weiterentwicklung liegen unbedingt im öffentlichen Interesse." (Konrad Mellerowicz, Frankfurt 1932)

Die auf dieser Technik aufgebaute heutige Systemstruktur scheint sich erneut in einer kritischen Situation zu befinden. Die traditionellen Energieformen (im weitesten Sinne) und darauf basierende Umformtechniken bilden wiederum Engpassfaktoren. Sollen nun

die neuen Technologien und besonders die Telematik (sowohl als Organisationsform als auch - in der Elektronik - als Kraftübertragung und -umformung) diesen Engpass beseitigen, so ist auch hier zu vermuten, dass sie zunächst die bestehende Systemgestalt bewahren werden und erst im Zuge ihrer (möglichen) Verbreitung ihren formenden Charakter entwickeln. Seine Abschätzung aber darf sich dann nicht an den Schwächen der alten Struktur orientieren, sondern vor allem an den Stärken der neuen Technik.

Dampfmaschine und Webstuhl beseitigten zwar (anfangs) die Engpassfaktoren der geographischen und demographischen Standortabhängigkeit, aber begünstigten neue produktionsbedingte Standortabhängigkeiten. Diese stellten dann das weitere Systemwachstum erneut in Frage. Bei konstanter Entwicklung hätten die wachsenden Innenstädte des "Eisenbahnzeitalters" den Pferdeverkehr bald nicht mehr ertragen. Sie wären auch fußläufig in ihren Kernen nicht mehr funktionsfähig gewesen und hätten daher ohne die neuen Techniken kollabieren müssen oder wären einfach verlassen worden. Die Motorisierung und die Elektrotechnik (z.B. in Gestalt des Telefons) konnten diese Engpasssituation beseitigen. Sie beließen es aber nicht bei einer Stärkung der Funktionsfähigkeit der Innenstädte und mit dem Aufholen des ländlichen Raumes, sondern sie zerstörten später die in ihrer Anfangsphase erhaltenen Strukturen wiederum "schöpferisch" durch neue Formen und Inhalte. Eine anschauliche Beschreibung dieser Diffusionswirkungen einer neuen Technologie gibt Pool am Beispiel des Telefons in den USA:

"Thus we find relationships between the development of the telephone system and the quality of urban life; strikingly, the relationships change with time and with the level of telephone penetration. The same device at one stage contributed to the growth of the great downtowns and at a later stage to suburban migration. The same device, when it was scarce, served to accentuate the structure of differentiated neighborhoods. When it became a facility available to all, however, it reduced the role of the geographic neighborhood." (Ithiel de Sola Pool 1981, S. 144)

Das System anfänglich erhaltend, führten Kraftfahrzeug und Elektrotechnik ihre Fähigkeiten zur Flächenerschließung und Produktionsvielfalt ins Feld, erlaubten Sub- und Desurbanisierung des alten Systems und ermöglichten schließlich Verdichtungsprozesse in vorher unbekanntem, ja globalem Maßstab als neuem System. ("Die Schweiz ist ... eine Stadt. Milder formuliert kann von einem urbanen Gebiet mit einem vorteilhaften Komplementärraum gesprochen werden." Lendi 1986).

### **4.3 Möglichkeiten für die Zukunft**

Der bisher letzte, sich selbst stabilisierende Wachstumsprozess wurde in Westeuropa durch folgende Trends gestützt:

- einen kontinuierlichen starken Anstieg des Pro-Kopf-Einkommens
- Zunahme von Freizeit
- langanhaltend niedrige Energiepreise
- die starke Zunahme des Automobilbestandes
- tendenzielle Vollbeschäftigung mit einem Übergang vom sekundären zum tertiären/quartären Sektor
- einen ständigen Rückgang der Haushaltsgröße und eine wachsende Zahl der Haushalte



- einen starken Anstieg der Nachfrage nach Wohn- und Siedlungsraum (Eigenheimbau)
- die Zunahme der aktiven Bevölkerung (Baby-Boom)
- die Zunahme ausländischer Arbeitnehmer
- technologischen Fortschritt
- zunehmende Sensibilität für Veränderungen der Umwelt.

Diese einzelnen Entwicklungen erfolgten nicht unabhängig voneinander und sind, jeweils für sich allein, auch keine Erklärung für Wachstum. In ihrer Summe aber führten sie zu wachsenden Freiheitsgraden in der räumlichen Zuordnung von Arbeitsplatz und Wohnung. Auf die daraus resultierenden Probleme, wie Umweltzerstörung, Verkehrsstaus und Kriminalität, antwortete das System zunächst durch die verstärkte Abwanderung aus den alten Verdichtungsräumen. Dadurch entsteht aber die Gefahr ähnlicher Degeneration für die nun bevorzugten Mittelstädte und Stadt-Umland-Zonen.

Einer schnellen Lösung dieser Probleme - durch traditionelle Mittel - steht auch entgegen, dass die Energiepreise seit 1973 stark gestiegen sind. Verbunden mit tendenziell weit langsamer steigenden Einkommen, geraten nun Transportkosten (in umfassenderem Sinne) zunehmend in Konflikt mit anderen Ausgaben. Dies geschieht in einer Struktur, die für lange Pendlerfahrten, weite Einkaufswege, entfernte Freunde und ferne Erholungsgewohnheiten eine Beibehaltung der Transportweiten verlangt.

Die vorhandenen Alternativen (traditioneller ÖPNV und/oder Fahrrad) aber bilden in der gegebenen Struktur keine Lösung mehr. Neben den extremen Grenzkosten bei einem massenhaften Übergang auf den ÖPNV würde diese Lösung unser Zeitbudget zerstören (oder, soll ein freiwilliges Umsteigen von Pkw-Benutzern erreicht werden, zu einem völlig neuartigen öffentlichen Verkehr führen). Gerade an den Engpässen "Zeit" und "Umsteigezwänge" setzt aber die Telekommunikation an. Sie ist daher als Ausweg geradezu prädestiniert. Ihr Pferdefuß aber besteht darin, dass sie nicht von selbst kommt oder mit den Worten von Simon Nora: "Die Informatik erleichtert die Beherrschung eines neuen Typs von Wachstum, setzt ihn aber auch voraus." (Nora, Mine 1979, S. 30)

Eingebettet in einen neuen Wachstumsprozess jedoch dürften neue Energie-, Übertragungs- und Umformtechniken die Engpässe unserer heutigen Struktur beseitigen oder zumindest in ihren Auswirkungen mildern können (was auch unter heutigen Wertvorstellungen gelten dürfte): Wenn ihre Stärken tatsächlich in ihrer völligen Standortunabhängigkeit liegen (d.h. im Energie-, Informations- und Transportbereich), so könnte die nun begünstigte Systemstruktur in einem - allerdings globalen - Stadt-Land-Verbund (Moeves 1980) bestehen. In einem solchen Stadt-Land-Verbund gäbe es keine traditionellen Städte mehr, da der sie definierende ländliche Raum - zumindest in dieser Form - nicht mehr existierte. Wie sich der Zugang zu den Früchten der Produktion bisher von den Königen Europas und wenigen Privilegierten auf fast die gesamte Bevölkerung ausdehnte, würde dies nun in globalem Maßstab geschehen!

Einer vorgreifenden Bewertung dieser Struktur für ihre zukünftigen Bewohner müssen wir uns enthalten. Worin unsere Aufgabe besteht, zeigt ein Zitat von Salis-Soglio aus der Durchsetzungsperiode des Automobils. Es hat nichts von seiner Aktualität verloren und sollte weiterhin als Richtschnur für die Entwicklung und Bewertung neuer Verkehrsmittel dienen:

"Begeisterung allein oder starke einseitige Interessierung an dem neuen Verkehrsmittel

kann ebenso wenig wie gefühls- oder berufsmäßige Skepsis oder Abneigung zu guten Ergebnissen im Wirtschaftsleben und in der Gesetzgebung führen. Nur die erkennende Einsicht und dadurch geleitetes Handeln lassen auch auf diesem Gebiete des Verkehrs und der Wirtschaft die Zusammenhänge tiefer erfassen und gangbare Wege finden." (Salis-Soglio 1923, S. 133)

## **5. Konsequenzen für die Raumplanung (oder: Wo stehen wir heute?)**

Dieser Ansatz, Evolutionstheorie und historische Parallelen zu verknüpfen, vermag nicht nur die Vergangenheit besser zu erklären. Angemessen interpretiert, bietet er der Gegenwart durchaus Einsichten in mögliche Zukünfte und entsprechende Gestaltungschancen. Wie vorhergehende Verkehrstechniken, dürfte die Telekommunikation anfangs auch mit "traditionellen" Techniken in allen möglichen Einsatzbereichen zu finden sein. Im "Konzept der Deutschen Bundespost zur Weiterentwicklung der Fernmeldeinfrastruktur" aus dem Jahre 1984 erfüllen jetzt bekannte neue Techniken - in organisatorischer Kompetenz der DBP - alle Funktionen. Der direkten Satellitenkommunikation wird nur der Fernsehbereich für "kleine" Haushalte zugestanden. Weitere Fortschritte in der Bündelungsfähigkeit von elektromagnetischen Wellen bzw. in der Lasertechnik aber könnten hier noch ganz andere Möglichkeiten und damit weitere Zukünfte eröffnen. Das erinnert an Kraftfahrzeug und Telefon, die aus ihrer ursprünglichen Ergänzungsfunktion herauswuchsen und einen eigenständigen Haus-zu-Haus- Verkehr im gesamten (nationalen) Raum ermöglichten. Auch das beabsichtigte Glasfasernetz könnte für heute noch nicht bekannte Techniken ähnliche Optionen bereithalten, wie sie das z.T. auf Druck der "Fahrrad- und Eisenbahnlobby" ausgebaute Straßennetz dem neuen Verkehrsmittel "Kraftfahrzeug" bot.

Diese Gesamtperspektive ist es, die durch Einbeziehung auch anderer Subsysteme die Stärke des evolutorischen Ansatzes bildet. Ein weiteres Beispiel der Bedeutung von Entwicklungen außerhalb des engen Fachbereichs zeigt die Geschichte des Automobils. Der Entwicklung des Benzin verbrauchenden Ottomotors gingen mehr als 50 Jahre Erdölindustrie voraus. Diese hatte anfangs nur die Gewinnung von Petroleum im Auge, bei dessen Destillation als unerwünschtes Nebenprodukt Benzin anfiel. Als der Benzinmotor - auch aufgrund des geringen Treibstoffpreises - die Konkurrenz der verschiedensten Antriebstechniken gewonnen hatte, konnte er auf einer breiten technisch-organisatorischen Produktionsbasis seines Treibstoffes aufbauen. Damit war er - von dieser Seite her - keinen weiteren konzeptionellen Engpässen ausgesetzt. Hiermit vergleichbar ist die Situation auf dem Markt für höchstintegrierte Schaltkreise (VLSIC), die zur Zeit für einige wenige Großrechenanlagen entwickelt werden. Für sie könnte die Einführung der Glasfasertechniken in integrierten digitalen Kommunikationsnetzen eine Nachfrageexplosion hervorrufen, die mit der Automobilindustrie vergleichbar wäre. Die dann entstehenden Möglichkeiten des Datentransportes für jedermann könnten ähnliche Möglichkeiten und räumliche Auswirkungen bereithalten, wie sie die Verbreitung des Kraftwagens mit sich brachte. Das Niveau läge allerdings höher: anstelle von innerstädtischen Verwaltungszentren und Stadtrandsiedlungen entstünden dann Teleport und "Alpenrandsiedlung".

### **Was wollen wir?**

Möglichkeiten zur wirksamen Einflussnahme sind auf die Phase des innovativen Übergangsfeldes beschränkt. In einer solchen Instabilitätsphase verspricht schon eine relativ

geringe Förderung einer neuen Technik Erfolg. Dagegen ist dies in stabilen Strukturen viel schwieriger, da die zum Erfolg nötige Nachfrage ja den etablierten Techniken abgenommen werden muss und selbst neu entstehende Nachfrage im Wettkampf mit diesen steht. Von dieser ersten zentralen Einsicht ausgehend, stellt sich die raumplanerisch bedeutsame Frage, in welcher Richtung wir überhaupt gestalten wollen. Oder anders formuliert: Sollen die bisherigen Entwicklungstendenzen räumlicher Entwicklung gezielt beeinflusst werden?

Die interregionale Linienführung von Eisenbahnen und Autostraßen orientierte sich an den bestehenden Verkehrsströmen, die noch mit traditionellen Techniken abgewickelt wurden. In gleicher Weise werden die gegenwartsorientierten Pläne für den zukünftigen Infrastrukturausbau der Telekommunikation die heutigen Tendenzen der räumlichen Entwicklung verstärken. Eine Möglichkeit, diese Tendenz spürbar zu ändern, konnte in der (politisch schwer durchsetzbaren) Lockerung der zentralisierten Investitionsplanung bestehen. So legt die Förderungspraxis des Bundes ländlichen Regionen nahe, ihre (Sub-)Zentren eher durch bundesgeförderte Fernstraßen zu verbinden als durch Verkehrsverbindungen in eigener Trägerschaft, die sich am tatsächlichen Bedarf orientieren. Ähnliches gilt auch für den Ausbau von Stadtautobahnen (BAB) anstelle verbesserter Stadtstraßen.

Eine weitere Möglichkeit könnte die völlige Abkehr von der bisherigen Investitionspraxis bieten. Benachteiligte Gebiete könnten so in ihrer Telekommunikationsversorgung bewusst bevorzugt werden, anstatt sie erst in einer späteren Phase "zur Vermeidung von Nachteilen" anzuschließen (nämlich dann, wenn die Systemdynamik bei sich abschwächendem Wachstum nach einer Phase des Disparitätenabbaus ruft).

Aber auch die Telekommunikation kann und wird - unabhängig von der jeweiligen Planung - nicht der Auslöser eines Strukturwandels sein. Zunächst dürften sich nur die (durch Satellitenstädte und "suburban centers" entstandenen) multizentralen Regionalstädte mithilfe der Telekommunikation stabilisieren. Dies gilt vor allem, was die Folgenabschwächung der gewachsenen Pendlerweiten betrifft. Diese Zunahme der Pendlerweiten, die sich selbst in sogenannten "New Towns" mit integrierten Wohn- und Arbeitsplätzen zeigt, beruht auf Bevölkerungsumschichtung, aber auch auf der wachsenden Zahl von Arbeitnehmern pro Haushalt. Deshalb dürfte sie auch in unseren freiheitlichen Gesellschaften kaum mehr steuerbar sein. Da Telependeln nicht nur relativ preiswert, sondern auch (im traditionellen Sinne) umweltschonend ist, könnten sich die bereits existierenden verstreuten Regionalstädte (wie Los Angeles-San Diego Region; Ruhrgebiet) mit Hilfe der Telematik zu einer ökonomisch und ökologisch sinnvollen Alternative entwickeln. Erst die Übertragung eines solchen Stadtmodells auf andere traditionellen Städte würde dann wieder derart radikale Folgen mit sich bringen, wie sie in der Vergangenheit mit der "Los-Angeles-Lösung" als (vereinfachter) autogerechter Stadt für andere, vor allem europäische, Städte verbunden waren.

Diese Stabilisierungsfunktion neuer Technologien für einzelne Systembereiche zeigt sich besonders deutlich im Verwaltungsbereich. Mit der Entwicklung vom Feudalstaat über den Nationalstaat zu übernationalen Zusammenschlüssen stiegen die erforderlichen Informations- und Koordinationsaufgaben so stark an, dass sie nur durch den Einsatz neuer (Verkehrs-)Techniken gewährleistet werden konnten. Sobald das Potential einer neuen Technik für eine solche "raumbeherrschende" Aufgabe erkannt war, bestand daher staatlicherseits nicht nur ein Interesse an ihr, sondern sogar eine Notwendigkeit zu ihrer Förderung. Wie sehr in der heutigen Situation eine Verbesserung dieser

Informations- und Koordinationsfähigkeit nötig ist, haben gerade die Ereignisse in und um Tschernobyl gezeigt. Eine Förderung der modernen Informations- und Kommunikationstechniken dürfte daher im übergeordneten staatlichen Interesse liegen. Soll von der Raumplanung z.B. zur Vermeidung zu großer räumlicher Ungleichgewichte in diese Systemdynamik eingegriffen werden, so müssen wir uns über die Möglichkeiten solcher Steuerungen bewusst sein, unabhängig davon, ob diese Eingriffe die Entwicklung stabilisieren, bremsen oder fördern wollen.

### **Was wissen wir über die Wirkungen?**

Innovationen haben für die sozioökonomische Entwicklung dieselbe Bedeutung wie "Schlüssel" für ein "Schloss". Wollen wir diesen Prozess steuern, bieten sich 4 Grundformen (und deren Kombinationen) an:

- (1) Wollen wir bestimmte Techniken fördern, sollten wir mit entsprechenden Maßnahmen (wie Forschungsprogrammen und Versuchsprojekten) das innovative Übergangsfeld suchen. Dort beginnen sie sich am ehesten durchzusetzen. Folgen sie der bisherigen Verhaltenstendenz, würden sie zunächst die vorgefundenen räumlichen Bedarfs- und Machtstrukturen verstärken und das System ausweiten, wobei sie die Standortnachteile benachbarter Indifferenz- und Entleerungsräume relativieren. Wir könnten diesen Prozess beschleunigen, indem wir die Stärken der neuen Techniken (im Hinblick auf die Schwächen des Systems) durch rechtliche und fiskalische Erleichterungen, aber auch ihre Wahrnehmung durch Bewusstseinsbildung fördern.
- (2) Wir könnten aber auch am "Schloss" ansetzen und es auf vorhandene neue "Schlüssel" hin verändern: indem wir gezielt die Schwächen des Systems "vergrößern". Für die Telekommunikation als Raumüberwindungsform bietet sich z.B. an, zu ihren Gunsten das innerstädtische Straßennetz möglichst rasch "volllaufen" zu lassen, keine entsprechenden Kapazitätserweiterungen vorzunehmen und über Maßnahmen flächenhafter Verkehrsberuhigung die Akzeptanz telekommunikativer Angebotsformen zu begünstigen.
- (3) Wollen wir bestimmte (befürchtete) Prozesse verhindern, so könnten wir die Einführung der betreffenden Technik (als "Schlüssel") zu behindern suchen. Oder um im Bild zu bleiben: wir könnten die möglichen Stärken der Telekommunikation schwächen (Netzmonopol der DBP). Charakteristische Gefahren solcher Lösungen sind, diese Steuerungsmöglichkeiten zu überschätzen (wie einst gegenüber dem Auto: Red-Flag-Act in Großbritannien) oder aber sich vom Fortschritt auszuschließen (wie Dörfer, die sich der Eisenbahn verweigerten und dann bei der Trassierung umgangen wurden).
- (4) Wollen wir vorhandene Strukturen erhalten, könnten wir auch versuchen, das "Schloss" für einen neuen "Schlüssel" unbrauchbar zu machen (oder die Schwächen des Systems als Stärken zu deklarieren). Hierbei wäre an geschürte Technikfurcht, an überzogene Ansprüche, an den Disparitätenabbau, an die Überbetonung der eigenverantwortlichen Fortbewegung ("Freie Fahrt für freie Bürger") in einer Massengesellschaft u.a. zu denken. Aber auch die Verkehrspolitik der 20er und 30er Jahre, die sich am Mythos der Eisenbahn als universellem Verkehrsmittel orientierte (Reichskraftwagentarif), gehört hierher. Die große Gefahr einer solchen "zudeckenden" Strategie besteht darin, dass die Systemschwächen objektiv

erhalten bleiben. Da die allgemeine Systementwicklung aber fortschreitet, fällt schließlich die zurückgestaute Strukturanpassung viel heftiger aus und bewirkt möglicherweise ein völliges Verschwinden künstlich erhaltener Subsysteme.

Die hier aufgeführten Möglichkeiten (1) und (3) lassen sich als Maßnahmen direkter Telekommunikationspolitik und (2) und (4) als solche indirekter Politik bezeichnen. Als evolutionsgerechte Lösung bietet sich eine Kombination dieser Maßnahmen als "Zangenpolitik" an.

### **Was kommt auf uns zu?**

In der Folgenabschätzung für die Telematik und auf der Suche nach Gestaltungsmöglichkeiten stellt sich hier und jetzt die Frage, ob die durch die traditionellen Techniken geprägte heutige Struktur schon Destabilisierungstendenzen zeigt und ob wir uns bereits in einem innovativen Übergangsfeld befinden. Als Indikatoren dafür sind uns bekannt geworden: (1) der allgemeine Wachstumsprozess, (2) erreichte Kapazitätsgrenzen und (3) das Aufkommen (Entwicklung, Wachstum, Zunahme) neuer Techniken mit besonderen Stärken im Hinblick auf die Schwächen des traditionellen Systems. Die Antwort auf diese selbstgestellte Frage fällt nicht leicht und wiegt doch besonders schwer. Es herrscht zwar wieder reales Wirtschaftswachstum (und weiterhin erhebliches Verkehrswachstum), und es gibt neue telekommunikative Raumüberwindungsformen. Der größte Engpassfaktor aber dürfte in der subjektiven Überzeugung bestehen, an Kapazitätsgrenzen zu stoßen. Keiner kann sagen, ob unsere heutigen Systeme an vergleichbaren Grenzen angekommen sind wie die großen Metropolen (wie Paris, London, New York, Berlin) nach der 1. Industrialisierung (was dort bekanntlich zu ÖPNV, Hochhäusern und Fahrstühlen führte). Subjektive Urteile aber wiegen grundsätzlich ebenso schwer wie objektive, und vom Fußboden aus ist es schwierig festzustellen, wann das Fass voll ist und ob es der berühmte letzte Tropfen schon zum Überlaufen bringt.

Bemühen wir uns um eine realistische Lagebeurteilung, so können wir neuen Techniken (wie Datex, Teletex und Telefax) eine bereits hohe innerbetriebliche Gestaltungskraft bescheinigen. Sie wird die Produktionsfunktionen ihrer Benutzer verändern. Dieses Stadium wäre der Eisenbahn als innerbetrieblichem Transportmittel vergleichbar. Wäre sie bei einer solchen Rolle geblieben, hätte sie zwar auch die Produktionsfunktion und damit die Bedeutung und Größe von Bergwerken und Hütten verändert. Ihre revolutionären räumlichen Auswirkungen aber ergaben sich erst aus ihrem "öffentlichen" Einsatz im Mischbetrieb. Insofern ist es der gesellschaftlich relevante Rahmen, in dem eine neue Technik eingesetzt wird, der über ihre gesamträumliche Gestaltungskraft entscheidet. Nur weil die Informationstechniken besser geworden sind, zieht man deshalb (heute noch) nicht um (Quentmeier-Vieregge/Storbeck). Dies erfolgt erst, wenn es die Außenbeziehungen betrifft. So gingen die Einkaufszentren erst an den Stadtrand, als die Käufer mit dem Auto dahin kommen konnten und dies wegen der erschwerten Einkaufsmöglichkeiten in den Innenstädten auch gern taten.

### **Wo bestehen hier und jetzt Steuerungschancen?**

Maßnahmen der Verkehrsberuhigung, verweigerter Fernstraßenplanungen und auch die Fahrradwelle deuten darauf hin, dass zumindest im kognitiven Bereich der motorisierte Individualverkehr - trotz noch steigender Pkw-Dichte insgesamt und absolutem Ver-

kehrswachstum im Gesamttraum - in verschiedenen Teilräumen und bei einzelnen Fahrtzwecken bereits die Sättigungsphase seines Produktlebenszyklus' erreicht hat. Überträgt man hierauf die Logik des Beschleunigungsmechanismus', so ergibt sich ein innovatives Übergangsfeld mit der Telematik als neuer innovativer Technik. In einer nun einsetzenden Leistungssteigerung des IV-Systems (auch mit Hilfe der Mikroelektronik und der Telekommunikation) werden die Nachfrage und die technischen Voraussetzungen für die spätere Verbreitung der Telematik geschaffen werden.

Zu ihrer späteren Durchsetzung als systemgestaltendes Verkehrsmittel benötigt aber auch die Telekommunikation drei Voraussetzungen:

- die organisatorisch-technische Zusammenführung zu einem attraktiven Transportsystem,
- ein allgemeines technisches Niveau, das die Erfindungen auch handwerklich-technisch in industrielle Fertigung und massenhaften Gebrauch umsetzen kann und
- die mobilisierbare Nachfrage mit einer ökonomischen Basis.

Bei allen drei Voraussetzungen, die zusammen erfüllt sein müssen, stehen noch Entwicklungen aus, und genau dort ließe sich die weitere Entwicklung noch jetzt beeinflussen:

- Erster Ausgangspunkt: die organisatorische Zusammenführung zu einem attraktiven Transportsystem.

Als Elemente für die Konzeption eines neuen Transportsystems sind Erfindungen, Vorstellungen über ihre Anwendung und die finanzielle wie politische Macht zu ihrer Durchsetzung anzusehen. Diese Bedingungen sind durch die DBP und ihre politische Führung in nahezu idealer Weise gegeben. Was dagegen noch benötigt wird, ist die benutzerseitige Vereinfachung durch technische Verbesserungen in:

- der Individualisierung und Dezentralisierung der Rechner
  - der Rechnerkommunikation und
  - der Bedienungsfreundlichkeit (-einfachheit) der Endgeräte.
- Zweiter Ansatzpunkt: ein allgemeines technisches Niveau, das die Erfindungen auch handwerklich-technisch in industrielle Fertigung und massenhaften Gebrauch umsetzen kann.

Um ein telematikaffines technisches Niveau zu erreichen, müssen - neben einer ausreichenden Versorgung mit Software - vor allem die Benutzer noch eine erhebliche technisch-mathematische Offenheit entwickeln. Wie die Benutzung des Autos und des Telefons für die heutige Generation, lässt erst diese Grundhaltung den Umgang mit "Computern" angstfrei und zweckgerichtet möglich werden (oder um es noch deutlicher zu machen: Was tut "man" heute mit einem Heim-Computer, wenn die Spiele langweilig werden?).

- Dritter Ansatzpunkt: die mobilisierbare Nachfrage mit einer ökonomischen Basis. Wie alle Verkehrstechniken vorher, wird auch die Telematik in der von ihren Vorgängern geprägten Struktur für die Masse der Verbraucher kein lebensnotwendiges Gut sein. Eine marktwirksame Nachfrage kann deshalb nur entstehen, wenn die Kosten vernachlässigbar gering werden und/oder die relativen Einkommen so stark steigen, dass zusätzliche Kaufkraft vorhanden ist.

In welcher Form die Telematik die (Verkehrs-)Struktur nach ihrer Durchsetzung prägen wird, hängt - innerhalb ihrer technischen Grenzen - vor allem von der Nachfrage ab, auf die sie in der Aufbauphase zugeschnitten wird. Diese Erfahrung unterstützt den Wert von Vorausinvestitionen als Gestaltungselement. Allerdings zeigt die Verkehrsevolution deutlich, dass konkrete Vorstellungen vorausschauender Planer über wünschenswerte Strukturen regelmäßig unbeachtet blieben. Ein subjektiv vorhandener Bedarf (an Telekommunikation) wird auch bei entsprechender Ausstattung mit Kaufkraft nicht von selbst zur systembestimmenden Nachfrage werden. Für die zukünftige Infrastruktur- und Angebotsgestaltung der Telekommunikation und ihre Wirkungen kommt es deshalb weniger auf deren technisch-ökonomische Zweckmäßigkeit oder gar auf deren raumordnungspolitische Hilfsfunktion an, sondern vielmehr auf die Nachfragestruktur derjenigen Zielsysteme, die sich auf dem gesellschaftlichen "Markt" durchsetzen. Hierbei erscheint es zur Zeit noch unentschieden, ob dies die Zielsysteme der potentiellen Nutzer (wie Industrie, Behörden, Haushalte), die Zielsysteme der Betreiber (Bundespost) oder die Zielsysteme von organisierten Nichtnutzern (oder mehr oder weniger Betroffenen, wie Gewerkschaften, Subventionsempfängern, Traditionalisten, Fortschrittsverweigerern) sein werden. Darin liegt der große Unterschied zur Biographie des Automobils.

Eindeutige Präferenzen der Benutzer für Systemqualitäten (wie beim Kraftfahrzeug für Geschwindigkeit und Unabhängigkeit, d.h. hohe Netzbildungsfähigkeit und großen Aktionsradius) sind weder bei der Industrie noch bei den Haushalten zu belegen. Dafür sind die Vorstellungen bei DBP und auch bei Nichtnutzern umso konkreter. Da letztere aber nicht geschlossen mit einem einzigen Konzept agieren, dürfte ihre Wirkung nur in zeitlicher Verzögerungsmacht bestehen. Wird diese nicht genutzt, so dürfte die systemgestaltende Nachfrage für Telematik daher durch die Zielvorstellungen der DBP bestimmt werden. Diese wird dann - in Analogie zur Eisenbahn - die räumliche Grobstruktur der Zukunft gestalten. Aus Rentabilitätsgründen aber würde sich diese Raumstruktur wiederum an den bestehenden Verkehrsströmen orientieren und damit die räumlichen Unterschiede verstärken.

## **6. Anhang: Der Verkehr in systemtheoretischer Sicht**

Die breite Einführung neuer Kommunikationstechniken verschafft ihren Benutzern eine zusätzliche, qualitativ neue und damit höherwertige Ebene. Bei dem Versuch, Auswirkungen solcher Techniken im Voraus abzuschätzen (und zu bewerten), können mögliche Auswirkungen nur auf das bestehende System und seine Umwelt bezogen werden. Gerade für die Telematik aber herrscht weitgehende Übereinstimmung, dass sie nicht nur den Nachrichtenverkehr im weiteren Sinn, sondern darüber hinaus das gesamte gesellschaftliche Umfeld verändern dürfte. Unser Forschungsansatz geht davon aus, dass Zukunftsaussagen, die modelltheoretisch auf der bestehenden Struktur basieren, bei zu erwartenden Strukturbrüchen die neue Struktur nicht vorhersagen können. Als Konsequenz wird von uns deshalb versucht, einen evolutionstheoretischen Ansatz sich selbstorganisierender Systeme zu erstellen, der die bei Strukturbrüchen ablaufenden Prozesse erklärt und sie - im Idealfall ~ einer modellmäßigen Darstellung zugänglich macht. Als empirische Grundlage einer solcher Systembetrachtung werden die historischen Strukturbrüche bei der Einführung von Eisenbahn, Kraftfahrzeug und Telefon analysiert.

Der Gesamtprozess der Raumüberwindung (Verkehr) enthält eine Vielfalt von Elementen, die sich jeweils drei Arten von Systembeschreibungen auf getrennten Betrachtungs- bzw. Beschreibungsebenen zuordnen lassen (Übersicht 1). Diese aber lassen sich - und das ist



entscheidend - nicht aufeinander reduzieren. Dadurch ergeben sich - perspektivisch bedingt - drei unterschiedliche Definitionen für Verkehr:

*(1) Verkehr ist die Ortsveränderung von Personen, Gütern und Nachrichten in einer festen Struktur*

Die Eigenschaften von Elementen dieser Ebene können in Begriffen der Mechanik, wie Ort und Geschwindigkeit von Massenpunkten, beschrieben werden. Hierzu zählen vor allem die körperlich vorhandenen Elemente der Verkehrssysteme und die Transportgüter, solange sie als physikalische Objekte betrachtet werden, die ihre Lage verändern. Innerhalb der Systeme gibt es auf dieser Betrachtungsebene keine Selbstorganisation. Jeder Impuls (für eine Bewegung) des jeweiligen Systems kommt von außen. Auf dieser Ebene werden die meisten traditionellen Verkehrsplanungsprozesse beschrieben, bei denen ein Verkehrsmittel in einem Gebiet isoliert betrachtet und dieses anhand von allgemeinen Richtwerten "beplant" wird. Diese Richtwerte entsprechen dann - als Analogie - den physikalischen Konstanten, was bei der Gravitationsfunktion zur Bestimmung von Verkehrserzeugung und -verteilung besonders deutlich wird.

Obwohl auf dieser Betrachtungsebene vollkommene Prognosefähigkeit besteht, ist diese allerdings real nur für die Regelung einfacher technischer Systeme, wie im innerbetrieblichen Transportbereich, von Bedeutung. Da alle Beziehungen sowohl innerhalb des Systems als auch zur Umwelt konstant bleiben, sind Prognosen nur kurzfristig und kleinräumig möglich.

*(2) Verkehr ist die Überlagerung der Gesamtheit aller Transportsysteme eines Raumes durch die Nachfrage nach Ortsveränderungen eines sozialen Systems, dessen Elemente bekannt und dessen Strukturwandlungen absehbar sind.*

Hier sind zwei wichtige Änderungen zur vorigen Ebene zu beachten. Zum einen wird die Zeit als gerichtete irreversible Größe eingeführt. Systeme dieser Art haben eine Vergangenheit (Geschichte), und ihre Zukunft hängt von dieser Vergangenheit ab. Zum anderen sind die im System abgelaufenen Prozesse sowohl voneinander als auch von der vorgegebenen Struktur des Systems und seiner Umwelt abhängig. Die Makrostruktur dieser Systeme bleibt jedoch während aller Prozesse weitgehend gleich. Dabei streben diese Systeme langfristig einen Gleichgewichtszustand an, wenn sie nicht (unter Beendigung der Prozesse) in ihrem momentanen Zustand "auskristallisieren". Ein bekanntes Beispiel für eine Systembeschreibung auf dieser Ebene bildet die Studie "Grenzen des Wachstums" des Club of Rome. Bei ihr wurden sowohl die Wirtschafts- und Gesellschaftsstrukturen der Welt als auch die Art der ablaufenden Prozesse als konstant angenommen. Damit streben sie zwangsläufig einem Endpunkt (d.h. dem Gleichgewicht = Stillstand = Erschöpfung der Ressourcen = maximale Entropie) zu. Eine Selbstorganisation findet hier nur in Bezug auf eine bestimmte vorgegebene Richtung hin innerhalb der gegebenen Strukturen statt.

Aufgrund der Annahmen über die Nachfrage und die zum jeweiligen Zeitpunkt zur Verfügung stehenden Transportsysteme ist die Prognosefähigkeit dieser Modelle lediglich innerhalb gewisser Wahrscheinlichkeitsgrenzen gegeben. Im Gegensatz zu den unter (1) angeführten Modellen gestattet dieser Ansatz aber eine erweiterte Verkehrsplanung, da Zielvorstellungen vorgegeben und wahrscheinliche Veränderungen antizipiert werden können. Die Anwendungsmöglichkeiten reichen von der kybernetischen Regelung hochkomplexer technischer Systeme bis hin zur integrierten Verkehrsplanung der Transportsysteme von Großstädten und Regionen. Die Ausprägung des Systems, d.h. die Bestimmungsfaktoren der Nachfrage, die Werthaltungen, die normativen Aussagen und auch die Transportsysteme selbst müssen

als Anfangsbedingungen des Systems festgesetzt werden. Erfolgen keine Änderungen dieser Systemstruktur, sind Modelle dieser Betrachtungsebene durchaus zu Langfristprognosen geeignet. Die Entstehung neuer Elemente (Techniken) und deren Auswirkungen können von diesen Modellen aber nicht erfasst werden.

*(3) Verkehr ist die sich in einem längeren Zeitraum ausprägende Form der Raumüberwindung von Personen, Gütern und Informationen in einem sich selbstorganisierenden Gesamtsystem.*

Die hier betrachteten Gesamtsysteme sind in ihren Strukturen nicht stabil. Die Veränderungen erfolgen in der Regel in Schüben. Über ihre Offenheit und Dynamik erhalten solche Systeme die Fähigkeit, sich - durch Energiezufuhr - auch in extremen Ungleichgewichten ihre Stabilität zu bewahren (Fließgleichgewicht). Durch Strukturanpassung können sie die Art der Prozesse, die in ihnen ablaufen, selbsttätig ändern. Für die zwingende Wahl dieser Beschreibungsebene ist es unerheblich, ob die Änderungen aus dem System selbst (wie z.B. durch Eisenbahn-, Lokomotivbau, Kohlebergbau) oder aus dessen Umgebung (wie z.B. durch einen allgemeinen, außerordentlichen Wohlstandssprung oder durch die Wiederaufbauphase als Auslöser der Massenmotorisierung) stammen. Entscheidend ist, dass die zu beschreibenden Prozesse und ihre Konsequenzen in der Ursprungsstruktur nicht möglich gewesen wären.

Diese 3. Ebene ersetzt die beiden anderen allerdings nicht, sondern ergänzt sie in den Bereichen, wo die 1. und 2. Ebene wegen ihrer perspektivischen Einschränkungen und Annahmen die Realität nicht genügend erfassen können. Die 1. und 2. Ebene sind weiterhin erforderlich innerhalb des von ihnen ausreichend wiedergegebenen Realitätsbereichs eingespielter und sich kaum ändernder Prozesse, die - langfristig gesehen - nur geringe Strukturwandlungen mit sich bringen. Wichtig ist, dass deshalb zur Beschreibung eines komplexen Gesamtsystems stets alle drei Betrachtungsebenen notwendig sind. Eine Reduktion aller Erscheinungen auf die unterste, als der Planung und Fremdsteuerung zugänglichsten Ebene ist wegen der zwischen den Ebenen bestehenden Struktur- oder Symmetriebrüche nicht möglich. Der sog. Symmetriebruch zwischen der 1. und 2. Ebene - als Bruch der zeitlichen Symmetrie - ist anhand der Erfahrung nachvollziehbar. Waren in der 1. Betrachtungsebene - durch die so definierte Systemkonstanz - die Entwicklungen wieder auf ihre Ursprünge zurückzuführen, so schafft sich in der 2. Betrachtungsebene die Vergangenheit in der Gegenwart Tatsachen, die die Zukunft weitgehend bestimmen und wegen der inzwischen eingetretenen Veränderungen ein Erreichen des Ausgangszustandes durch Ursachenumkehr ausschließen. Beispielsweise fördert ein bestimmtes Wohn- und Arbeitsverhalten (Ausgangszustand) über die zunehmende Verfügbarkeit über den PKW eine vorhersehbare Änderung des Siedlungsverhaltens, welches wiederum die Nachfrage nach Verkehrsleistungen prägt. Ein Zurückfahren der PKW-Verfügbarkeit (wie z.B. über stark steigende Benzinpreise) bewirkt bekanntlich aber keine entsprechende Rückkehr zur alten Siedlungsstruktur. Ebenso bleibt die einmal verursachte Bleibelastung der Verkehrsflächen und ihrer Umgebung auch bei einer drastischen Verringerung der Pkw-Dichte vorhanden.

Um nun von dieser 2. zur 3. Ebene zu gelangen, d.h. um die Selbstorganisation von Strukturen erklären zu können, benötigt man noch einen weiteren Strukturbruchs den Bruch der räumlichen Symmetrie. Bei diesem ist die Kausalkette auch in die Zukunft nicht mehr fortführbar. In obigem Beispiel würde das der Einführung des Pkws bzw. in einer späteren Phase der Telematik entsprechen. Bei wachsender Pkw-Dichte ist dann also die Änderung des Siedlungsverhaltens nicht mehr vorhersehbar (und daher auch nicht in einer Kausalkette abbildbar), wenn ein völlig neues Verkehrsmittel hinzukommt. Das Ordnungsprinzip, das die Evolution eines Systems zu einer neuen Struktur höherer Ordnung erklärt, wird „Ordnung durch

Fluktuation" genannt. Es liegt für chemische, physikalische und biologische Prozesse, aber auch für bestimmte komplexere Anwendungsfälle bereits in den Phasenübergangsmodellen sowohl der Synergetik als auch in der Theorie dissipativer Strukturen mathematisch formuliert vor (Haken 1983; Prigogine 1979; zur Übertragung auf die allgemeine Entwicklung vgl. Haken 1984; Jantsch 1984; Weidlich, Haag 1983; Allen, Sanglier 1981).

Wegen der Offenheit der Evolution eines sich selbstorganisierenden Systems ist eine Prognosefähigkeit von Ereignissen in der 3. Betrachtungsebene schon aus ihrer Definition heraus nicht gegeben. Sie kann "nur" Entwicklungsmöglichkeiten und Ablaufmuster in der Perspektive verschiedener Zeithorizonte sowie verschiedener Werthaltungen miteinander verbinden. Für die Fragestellung der Raumforschung und Landesplanung ist aber hier entscheidend, ob in einem als offen erkannten System die Prognosefähigkeit auf eine Zukunft hin überhaupt Ziel und Zweck sein soll. Eine erste Untersuchung dieses Projekts musste daher die Aufgabe der (Raum-) Planung und ihre Stellung im Gesamtsystem definieren.

In allen existierenden gesellschaftlichen Systemen findet eine Wechselwirkung zwischen Umwelt und Planung statt. Die Planung (Prognose) löst in der Umwelt (vom Auftraggeber über politische Entscheidungsträger bis hin zum Verkehrsbenutzer) Reaktionen und Lernprozesse aus. Diese halten die Weiterentwicklung des Systems in Gang, indem sie diese beschleunigen oder verzögern, und wirken auf die Planung zurück. Die Folgerung aus dieser realen Wechselwirkung kann nur die volle Integration von Umwelt (Öffentlichkeit) und Planung bedeuten. Allerdings nicht in dem statischen Verhältnis zwischen Planern und Verplanten (wie bei den Partizipationsformen der Demokratisierungsdebatte der 60er und 70er Jahre), sondern indem sich in Form eines evolutionären Prozesses im Sinne eines "offenen Endes" das Planungsverständnis selbst ändert. Diese wechselseitigen Beziehungen sind als positiver Rückkopplungsprozess zu verstehen, bei dem die Entwicklung des Systems weitergetrieben und dies unter bewusster Ausnutzung der Kreativität der einzelnen Elemente des Systems zum eigentlichen Ziel erhoben wird.

Bei diesem Systemverständnis strebt die Planung keinen geschlossenen Problemlösungsweg als eigentliches Ergebnis eines Suchprozesses an, sondern sie versteht sich als Experiment. Als solche Experimente sind auch Prognosen in der Raumforschung und Landesplanung zu verstehen, d.h. um mit deren Ergebnissen die Richtung weiterer Experimente zu bestimmen. Wesentlich ist dabei, dass für dieses Planungsmodell weder das Problem der richtigen Ziel-Mittel-Wahl noch die schlichte Aufrechterhaltung einer sogenannten Überlebenskapazität des Systems ausschlaggebend ist. Das eine verbietet sich durch den zeitlichen Werte- und Interessenwandel, der ein festgelegtes Ziel und die zu seiner Erreichung eingesetzten Mittel nach einiger Zeit als obsolet erscheinen lässt, und das andere geht von einem nichtakzeptablen mechanistischen Systemverständnis und Menschenbild aus. So ist es ja gerade nicht das Wesen der Evolution, lediglich zu funktionieren (denn das hätte eine Amöbenwelt sicherlich besser gekonnt), sondern sich vielmehr auf einem, auch das Bewusstsein und Selbstverständnis einschließenden, nach "Vorwärts" gerichteten Weg weiterzuentwickeln. Das eigentliche Ziel der gemeinsamen Evolution von Planung und Umwelt besteht damit in einer ständigen Verbesserung der Anpassungsfähigkeit des Systems gegenüber ungewissen Zukünften. Dabei verschwinden weder die Ziel-Mittel- Beziehungen noch die Stabilisierungsversuche aus dem Instrumentarium der Planung, sondern verlieren lediglich ihren Absolutheitsanspruch als Selbstzweck und letztes Ziel. Bei einem solchen Planungsverständnis, das die Auseinandersetzung und den Dialog mit der Umwelt zwingend voraussetzt, wird die Planung schließlich mit den Prozessen, auf die sie abzielt, identisch.

Eine so verstandene Planung sieht sich aber ihrer traditionellen Gestaltungsfunktion beraubt. Sie bleibt nicht außerhalb des Prozesses, sondern wird zu seinem integrierten Bestandteil. Als kohärentes Teil der Gesamtevolution erfüllt sie allerdings eine Vielzahl von Aufgaben. Diese dienen sowohl der Stabilität des Systems (die dynamische Systeme fern vom Gleichgewicht gerade durch ihre inneren Unterschiede, d.h. Differenzierungen, erhalten) als auch seiner Weiterentwicklung durch Erzeugung - systemnotwendiger - neuer Fluktuationen.

## **Anmerkungen**

1. "Erscheinen" deshalb, weil solche Fixpunkte erst bekannt werden müssen und bis zu diesem Zeitpunkt häufig unter- oder überschätzt werden. So erbrachte der amerikanische Astronom Simon Newcomb noch im Jahre 1903 den physikalischen Beweis, dass Fliegen unmöglich sei. Für fast jedes neue Verkehrsmittel gab es derartige weitverbreitete Unmöglichkeitstheoreme. Im Hinblick auf die Eisenbahn war man überzeugt, dass sich Stahlräder auf Schienen durchdrehen würden und der Mensch medizinisch nicht für derartige Geschwindigkeiten geeignet sei. Selbst in der Durchsetzungsphase von Auto und Autobahn war eine private Massenmotorisierung noch unvorstellbar. Die Funktionsfähigkeit der Rakete für luftleere Räume wurde mit dem Argument bezweifelt, die Gaspartikel könnten sich dort nirgendwo abstoßen. Die beiden Hauptargumente gegen die Telekommunikation heute, der Mensch sei ein soziales Wesen und auf physische Kontakte angewiesen sowie die Telekommunikation könne keine physischen Verkehrsleistungen ersetzen, dürften statisch-eingeschränkt auf derselben Ebene liegen. Überschätzende Interpretationen natürlicher Grenzen (als anderes Extrem) müssen Science fiction-Romane enthalten, sonst würden sie kaum gekauft. Zwischen diesen theoretischen Grenzen und den institutionell bestimmten gibt es noch technische, wirtschaftliche und strukturelle bzw. kulturelle Grenzen.

2. Ohne dies damals erkennen zu können, hatte insofern Engel doch recht, nur in einem qualitativ höheren Sinne (und es wurden ja auch Autobahnen). Vgl. Kapitel 2, Absatz 3.

3. Diese Aussage gilt nur unter der Nebenbedingung, dass die technische Neuerung in der betreffenden Gesellschaft fußt. Eine importierte technische Revolution (Entwicklungsländer) kann sehr wohl eine Krise hervorrufen. Dies legt die weitere Möglichkeit nahe, dass die breite Einführung der aus Amerika und Japan kommenden Telekommunikation in einem unvorbereiteten Europa mit seinen kulturellen Traditionen hier zu gesellschaftlichen Krisenerscheinungen führen könnte.

## **Literaturverzeichnis**

Agerley, J.: Die Ausgestaltung der Landstraßen mit Rücksicht auf den Kraftwagenverkehr. Diss., Berlin 1920.

Albers, G.: Spekulationen über Siedlungsstruktur und Verkehr in der Zukunft. In: Report 1, Perspektiven des zukünftigen Verkehrs, Schriftenreihe der Daimler-Benz AG, Düsseldorf 1983, S. 40-46 (Zitat S. 40).

Allen, P.M., Sanglier, M.: Urban Evolution, Self-organisation, and Decision Making. In: Environment and Planning 1981, Volume 13, S. 167-183.

- Allmers, R. et al.: Das deutsche Automobilwesen der Gegenwart. Berlin 1928.
- Barthold, K.: Wahrnehmungen bei der Entwicklung der Transportmittel. Berlin 1886.
- Bell, D.: Die nachindustrielle Gesellschaft. Frankfurt 1975.
- Benevolo, L.: Die Geschichte der Stadt. Frankfurt 1983.
- Bird, A.: Roads and Vehicles. London 1973.
- Birk, A.: Die Straße. Karlsbad 1933.
- Bisle, M.: Das Unternehmen "Reichsautobahnen". Diss. Würzburg, Würzburger Staatswissenschaftliche Abhandlungen, Reihe B, Heft 5, Leipzig 1936.
- Blum, O.: Die Entwicklung des Verkehrs. Berlin 1941.
- Borght, R. van der: Das Verkehrswesen. Leipzig 1894.
- Bruckmann, G. (Hrsg.): Langfristige Prognosen. Würzburg-Wien 1978.
- Dörner, D.: Die Fähigkeit des Menschen zum Denken in komplexen Systemen: Determinanten der Vorausschau. In: Report 5, Langfristprognosen, Schriftenreihe der Daimler-Benz AG, Düsseldorf 1985, S. 31-45.
- Dyos, H.J., Aldcroft, D.H.: British Transport. London 1974.
- Engel, E.: Die Grenzen des Erfindungsgeistes im Transportwesen. In: Zeitschrift des Königl. Preussischen Statistischen Bureaus, IV. Jg., Berlin 1864.
- Euler, L.: Die strukturelle Entwicklung des Eisenbahnbaus in den verschiedenen Ländern 1840-1936. In: Weltwirtschaftliches Archiv, 52. Bd., Jena 1940.
- Fehl, U.: Die Theorie dissipativer Strukturen als Ansatzpunkt für die Analyse von Innovationsproblemen in alternativen Wirtschaftsordnungen. In: Schriften zum Vergleich von Wirtschaftsordnungen, Heft 33, Stuttgart 1983.
- Fischer, H.: Das Automobil als Verkehrsmittel in Deutschland, Diss. Königsberg 1923.
- Fischer, K.: Telekommunikation, Raumordnung und regionale Strukturpolitik. Auswirkungen der neuen Informations- und Kommunikationstechniken auf die Umwelt und notwendige Konsequenzen für die kommunale Planungspraxis. Kommunalwissenschaftliche Schriften des Deutschen Landkreistages, Bd. 7, Köln 1984.
- Fogel, R.W.: The Reinterpretation of American Economic History. New York, Evanston, San Francisco, London 1966.
- Fremdling, R.: Eisenbahnen und deutsches Wirtschaftswachstum 1840-1879, Dortmund 1975.
- Fritsch, M., Ewers, H.-J.: Telematik und Raumentwicklung. Mögliche Auswirkungen neuer Telekommunikationstechniken auf die Raumstruktur und Schlussfolgerungen für die raumbezogene Politik. Kleine Schriften der Gesellschaft für regionale Strukturentwicklung, Bonn 1985.
- Gappert, G., Knight, R.V. (Hrsg.): Cities in the 21st Century. Beverly Hills/ Cal. 1982.
- Grundmann, S.: Die Stadt. Berlin 1984.
- Grunzel, J.: System der Verkehrspolitik. Leipzig 1908.

- Hahn, E.: Zukunft der Städte. Ein Thesenpapier, Diskussionspapier, hrsg. vom Wissenschaftszentrum Berlin, Berlin 1983.
- Haken, H.: Synergetik. Berlin, Heidelberg 1983.
- Haken, H.: Erfolgsgeheimnisse der Natur. Frankfurt 1984.
- Heinze, G.W.: Verkehr schafft Verkehr. Ansätze zu einer Theorie des Verkehrswachstums als Selbstinduktion. In: Berichte zur Raumforschung und Raumplanung (Wien), Jg. 23 (1979), Heft 4/5, S. 9-32.
- Heinze, G.W.: Zur Evolution von Verkehrssystemen. Perspektiven der Telekommunikation. In: Klatt, S. (Hrsg.), Perspektiven verkehrswissenschaftlicher Forschung, Berlin 1984, S. 271-322.
- Heinze, G.W., Drutschmann, H.-M.: Raum, Verkehr und Siedlung als System, dargestellt am Beispiel der deutschen Stadt des Mittelalters. Göttingen 1977.
- Helander, S.: Nationale Verkehrsplanung. Jena 1937.
- Hennig, R.: Die Hauptwege des Weltverkehrs. Jena 1913.
- Hoberg, R.: Raumwirksamkeit neuer Kommunikationstechniken. Innovations- und diffusionssorientierte Untersuchungen am Beispiel des Landes Baden-Württemberg. In: Raumforschung und Raumordnung, Jg. 41 (1983), S. 211-222.
- Hoehne, T.: Eine kritische Untersuchung der absatzfördernden Faktoren in der deutschen Automobilindustrie unter besonderer Berücksichtigung der Absatzplanung. Diss., Frankfurt 1936.
- Hoffmann, W.G.: Das Wachstum der deutschen Wirtschaft seit der Mitte des 19. Jahrhunderts. Berlin 1965.
- Huber, F.C.: Die geschichtliche Entwicklung des modernen Verkehrs. Tübingen 1893.
- Jantsch, E.: Die Selbstorganisation des Universums. München 1984.
- Jochem, E.: Die Motorisierung und ihre Auswirkungen. Göttingen 1976.
- Jochem, E.: Hilfen und Irrtümer beim Rückgriff des Prognostikers auf die Vergangenheit. In: VDI-Technikgeschichte, Bd. 51 (1984) Nr. 4, S. 263-275.
- Kaftan, K.: Der Kampf um die Autobahn. Berlin 1955.
- Kirchberg, P. et. al.: Unterwegs durch die Jahrtausende. Leipzig 1984.
- Köcher, A.: Die Einwirkung des Kraftfahrzeuges auf die Volkswirtschaft. Diss., Graz 1957.
- König, W.: Retrospective Technology Assessment - Technikbewertung im Rückblick. In: VDI-Technikgeschichte Bd. 51 (1984), Nr. 4, S. 247-262.
- Krüger, K. (Hrsg.): Auto und Straße. Berlin 1927.
- Lahner, M., Ulrich, E.: Analyse von Entwicklungsphasen technischer Neuerungen. Erlangen 1969.
- Lange, S. et al.: Telematik und regionale Wirtschaftspolitik. Köln 1985.
- Launhardt, W.: Theorie des Trassierens. Hannover 1887.
- Lehr, A. M.: Der Gestaltwandel der Stadt als Ursache und Folge der Verkehrsentwicklung. Basel 1961.

- Leibbrand, K.: Verkehr und Städtebau. Basel 1964.
- Lendi, M.: Neue Akzente in der Raumplanung. In: Neue Zürcher Zeitung vom 17.2.1986, Nr. 39, S. 19.
- List, F.: Über ein sächsisches Eisenbahnsystem als Grundlage eines allgemeinen deutschen Eisenbahnsystems. Leipzig 1833.
- List, F.: Das deutsche Eisenbahnsystem als Mittel zur Vervollkommnung der deutschen Industrie, des deutschen Zollvereins und des deutschen Nationalverbandes überhaupt. Stuttgart, Tübingen 1841.
- Lotz, W.: Verkehrsentwicklung in Deutschland 1800-1900. Leipzig 1906.
- Lutz, J.: Entstehung und Entwicklungsmöglichkeiten des öffentlichen Fernschreibverkehrs in Deutschland. Berlin 1940.
- Lutz, W.: J.H. v. Thünen (1783-1850) als Verkehrsgeograph und Verkehrspolitiker. In: Pe-termanns Geographische Mitteilungen, Jg. 129 (1985), Heft 1, S. 33-43.
- Mellerowicz, K.: Grundlagen rationaler Verkehrsorganisation. In: Frankfurter Zeitung, Wirtschafts- heft Nr. 8, Zusammenarbeit der Verkehrsmittel, 1932, S. 5-22 (Zitat S. 18).
- Merkert, E.: Der Lastkraftwagenverkehr seit dem Kriege, insbesondere sein Wettbewerb und seine Zusammenarbeit mit den Schienenbahnen. Berlin 1926.
- Möllers, P.: Des Reiches langjährige Monopolisten. In: Wist, Jg. 14 (1985), Heft 7, S. 372, 329.
- Moewes, W.: Grundfragen der Lebensraumgestaltung. Berlin 1980.
- Muhl, G.: Die westeuropäischen Eisenbahnen in ihrer Gegenwart und Zukunft. Karlsruhe 1838.
- Musto, S. A.: Wandlungstendenzen in der Gesellschaftsplanung. In: Soziale Welt, Jg. 26, (1985), Heft 3, S. 293-309.
- Musto, S. A.: Fortschritt ohne Ende? Die gesellschaftlichen Voraussetzungen und die Folgen der Mikroelektronik. In: Analysen und Prognosen, Jg. 11 (1979), Heft 62, S. 16-21.
- Niklas, J.: Prognosephilosophie und Verkehrsscenarien. In: Berliner Sommerseminar 1982, Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau, Technische Uni- versität Berlin, Heft 10, Berlin 1982, S. 1-29.
- Nolte, E.: Der Kraftwagen als Verkehrsmittel unter besonderer Berücksichtigung der deut- schen Kraftverkehrsverhältnisse. Diss., Köln 1926.
- Nora, S., Minc, A.: Die Informatisierung der Gesellschaft. Frankfurt 1979.
- Päsch, S.: Utopien. Braunschweig 1983.
- Pirath, C.: Die Grundlagen der Verkehrswirtschaft. 1. Auflage, Berlin 1934.
- Pool, Ithiel de Sola (Hrsg.): The Social Impact of the Telephone. Cambridge/Mass., 1981.
- Prigogine, I.: Vom Sein zum Werden, Zeit und Komplexität in den Naturwissenschaften. Mün- chen 1979.
- Ratzel, F.: Raum und Zeit in Geographie und Geologie. In: Natur- und Kulturphilosophische Bibliothek, Leipzig 1907.

- Reinke, G.: Das Landstraßenproblem unter dem Einfluss des Kraftwagenverkehrs. Berlin 1930.
- Reuter, E.: Großstädtische Verkehrsgestaltung. In: Frankfurter Zeitung, Wirtschaftsheft Nr. 6, Verkehr, 1930, S. 14-16 (Zitat S. 14).
- Richthofen, v., F.: Siedlungs- und Verkehrsgeographie. Berlin 1908.
- Riedel, M.: Vom Biedermeier zum Maschinenzeitalter. Zur Kulturgeschichte der ersten Eisenbahnen in Deutschland. In: Archiv für Kulturgeschichte, Jg. 43 (1961).
- Saalfrank, K.: Strategisches evolutionäres Management (Engpaß-Strategie): ein Problemlösungsansatz für die Kommunalpolitik unter Krisenbedingungen. In: Hessische Städte- und Gemeindezeitung, (Sonderdruck) Heft 7/8 und Heft 9, 33. Jg. (1983).
- Saitzew, M.: Die volkswirtschaftlichen Aufgaben und die wirtschaftspolitische Behandlung der Eisenbahnen. Bern 1932.
- Salis-Soglio, A.: Wirtschaftliche Grundlagen der Schweizer Automobilindustrie. Diss. Bern, Weinfelden-Konstanz, Paris; 1923.
- Sax, E.: Die Verkehrsmittel in Volks- und Staats-Wirtschaft. Wien 1878<sup>1</sup>, Berlin 1920<sup>2</sup>.
- Schäfer, H.-P.: Die Entstehung des mainfränkischen Eisenbahn-Netzes. Würzburg 1979.
- Schlums, J.: Landstraßenverkehr. Untersuchung über Verkehrsgrößen, Bevölkerung, Fahrzeuge und Straßennetz und deren Beziehung zueinander. Diss. Dresden 1929.
- Schreiber, H.: Sinfonie der Straße. Der Mensch und seine Wege von den Karawanenpfaden bis zum Super-Highway. Düsseldorf 1959.
- Schrumpf, H.: Die Auswirkungen der Telekommunikationstechnik auf das Ruhrgebiet. Ruhr-Forschungsinstitut für Innovations- und Strukturpolitik e.V., Heft 3, Bochum 1985.
- Schühle, U.: Verkehrsprognosen im prospektiven Test. Schriftenreihe des Instituts für Verkehrsplanung und Verkehrswegebau, Technische Universität Berlin, Band 18, Berlin 1985.
- Schumpeter, J.: Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung. Berlin 1964 (Wiederabdruck).
- Siefken, H.: Verkehrsentwicklung und Provinzialisierung. Frankfurt 1978.
- Spehl, H.: Räumliche Wirkungen der Telematik. Stand der Diskussion und Programm des Arbeitskreises der Akademie für Raumforschung und Landesplanung. In: Raumforschung und Raumordnung, Jg. 43 (1985), S. 254-269.
- Stürzer, H.-W.: Wie man sich früher den Verkehr von heute vorstellte: Vision für die 70er Jahre. In: ADAC-Motorwelt 7/70, S. 20-23.
- Türke, K.: Zum Stand der Diskussion: Räumliche Wirkungen der Informations- und Kommunikationstechniken. In: Raumplanung, Heft 32, März 1986, S. 3-6.
- Vehmeier, A.: Die Wahl des Verkehrsmittels für die deutsche Mittelstadt. Diss., TH Berlin, 1935.
- Voigt, F.: Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Verkehrssystems. Berlin 1960.
- Voigt, F.: Verkehr, Bd. 2, Die Entwicklung des Verkehrssystems. Berlin 1965.
- Wachs, M.: Autos, Transit and the Sprawl of Los Angeles? The 1920s. In: Journal of the American Planning Association, Vol. 50 (1984), No. 3, S. 297-310.



Walter, G.: Eisenbahn und Kraftwagen. Berlin 1929.

Weidlich, W., Haag, G.: Concepts and Models of a Quantitative Sociology. Berlin 1983.

Zschauer, M.: Die geschichtliche Entwicklung des Autobahngedankens in Deutschland.  
Diss., Dresden 1944.

### **Zeitschriften, Jahrbücher und Sammelwerke**

Der Motorwagen, Zeitschrift des Mitteleuropäischen Motorwagen Vereins, Jg. 1899-1914.

Der Straßenbau, Jahrgänge 1926-1934.

Frankfurter Zeitung: Verkehr, Wirtschaftsheft 6, Frankfurt 1930.

Frankfurter Zeitung: Zusammenarbeit der Verkehrsmittel, Wirtschaftsheft 8, Frankfurt 1932.

Jahrbuch des Eisenbahnwesens; 125 Jahre deutsche Eisenbahn, 11. Folge, Darmstadt 1960.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, Jahrgänge 1866-1899

Verkehrstechnik, Jahrgänge 1922-1926.

Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen, Jahrgänge 1867-1880, 1899-1913.

Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure, Jahrgänge 1927-1935.

Zug der Zeit - Zeit der Züge, Band 1 und 2, Berlin 1985.